



TUGAS AKHIR - RC14-1501

**PERENCANAAN *BASEMENT* 5 LANTAI DAN PONDASI  
GEDUNG SPAZIO TOWER DI SURABAYA BARAT**

ESTI LUNGIT WIDYARINI  
NRP 3112 100 107

Dosen Pembimbing  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D  
Putu Tantri Kumalasari, S.T.,M.T.

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



**TUGAS AKHIR - RC14-1501**

**PERENCANAAN *BASEMENT* 5 LANTAI DAN PONDASI  
GEDUNG SPAZIO TOWER DI SURABAYA BARAT**

ESTI LUNGIT WIDYARINI  
NRP 3112 100 107

Dosen Pembimbing  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D  
Putu Tantri Kumalasari, S.T.,M.T.

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



**TUGAS AKHIR - RC14-1501**

**DESIGN OF 5-STOREY BASEMENT AND FOUNDATION OF  
SPAZIO TOWER IN WEST SURABAYA**

**ESTI LUNGIT WIDYARINI**  
**NRP 3112 100 107**

Academic Supervisor  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D  
Putu Tantri Kumalasari, S.T.,M.T.

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**  
**Faculty of Civil Engineering and Planning**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2016**

**PERENCANAAN BASEMENT 5 LANTAI DAN  
PONDASI GEDUNG SPAZIO TOWER DI  
SURABAYA BARAT**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi Geoteknik  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ESTI LUNGIT WIDYARINI**

NRP. 3112 100 107

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Prof. Ir. Indrasurya B.M., M.Sc., Ph.D. .... (Pembimbing I)

2. Putu Tantri Kumala Sari, S.T., M.T. .... (Pembimbing II)

**SURABAYA  
JULI, 2016**

# **PERENCANAAN BASEMENT 5 LANTAI DAN PONDASI GEDUNG SPAZIO TOWER SURABAYA BARAT**

**Nama** : Esti Lungit Widyarini  
**NRP** : 3112 100 107  
**Jurusan** : Teknik Sipil FTSP – ITS  
**Dosen Pembimbing I** : Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar,  
M.Sc., Ph.D.  
**Dosen Pembimbing II** : Putu Tantri Kumalasari, S.T., M.T.

## **ABSTRAK**

*Gedung Spazio Tower yang terletak di Jalan Mayjend Yono Soewoyo kav. 5 , Surabaya merupakan gedung perkantoran strata title yang menjadi bagian dari pengembangan Graha Festival, sebuah pengembangan superblok di kawasan Surabaya Barat. Gedung ini terdiri dari 15 lantai untuk perkantoran, 5 lantai untuk hotel, 2 lantai untuk retail pendukung serta Food and Beverages, dan 5 lantai basement untuk parkir.*

*Pengerjaan struktur bangunan bawah yang direncanakan selesai pada bulan Agustus 2015 ternyata mengalami kemoloran sampai Desember 2015. Hal ini terjadi karena pengerjaan struktur bawah gedung menyebabkan bangunan sekitar menjadi retak. Keretakan-keretakan yang terjadi di bangunan sekitar gedung diindikasikan karena adanya pergerakan tanah akibat air yang mendesak saat tiang pancang dimasukkan. Maka dari itu, diperlukan adanya perencanaan ulang basement 5 lantai dan pondasi gedung Spazio Tower serta yang tidak merusak bangunan sekitar.*

*Dalam tugas akhir ini dibahas tentang bagaimana merencanakan dinding penahan tanah dan pondasi gedung tersebut. Dinding penahan tanah yang dipakai adalah soldier pile. Soldier pile adalah tiang pancang yang disusun berbaris di sekeliling area basement sehingga membentuk dinding untuk*

*menahan gaya lateral. Dalam perencanaan soldier pile sebagai dinding penahan tanah digunakan 2 metode konstruksi yaitu metode bottom up dan metode top down. Kedalaman dinding penahan tanah yang dipakai adalah 36 meter dan kedalam pondasinya adalah 40 meter. Material yang dipakai dalam perencanaan adalah spun pile dan bor pile. Dimana dari kedua material tersebut akan dihitung berapa biaya bahan yang dibutuhkan. Untuk perencanaan dengan material spun pile membutuhkan biaya sebesar Rp. 21.290.640.000,00. Sedangkan biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan dengan material bor pile adalah Rp. 22.623.823.461,00. Selisih biaya antara penggunaan spun pile dan bor pile adalah Rp. 1.333.183.461,00. Jadi perencanaan dengan material spun pile yang lebih efektif digunakan.*

*Untuk menanggulangi keretakan bangunan sekitar, upaya yang dilakukan adalah melakukan pengeboran tanah terlebih dahulu sebelum pemancangan dilakukan. Pengeboran dilakukan dengan diameter yang lebih kecil dari diameter spun pile yang dipakai. Selain itu, dilakukan pemotongan sepatu tiang agar air dapat masuk ke dalam lubang tiang sehingga tidak mendesak tanah sekitar.*

***Kata Kunci : Gedung Spazio Tower, Basement, Soldier Pile, Pondasi Tiang Pancang, Spun Pile, Bor Pile, Plaxis, Bottom Up, Top Down***

# DESIGN OF 5-STOREY BASEMENT AND FOUNDATION OF SPAZIO TOWER IN WEST SURABAYA

**Name** : Esti Lungit Widyarini  
**NRP** : 3112 100 107  
**Jurusan** : Teknik Sipil FTSP – ITS  
**Supervisor I** : Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar,  
M.Sc., Ph.D.  
**Supervisor II** : Putu Tantri Kumalasari, S.T., M.T.

## ABSTRACT

*Spazio Tower, which is located at Jl. Mayjend Yono Soewoyo kav. 5 , is an strata title office complex included in Graha Festival project, an superblock constructed in west Surabaya. Spazio Tower is using 15 stories for office complex, 5 stories for hotel, 2 stories for retail and food related stores, and 5 stories of basement.*

*The construction of lower structure was scheduled to finish on August 2015 but it was delayed until Desember 2015. The particular reason for this delayed lower structure works is because of the unpredictable soil movement from water pressure caused by a pile, resulting a few building around Spazio Tower are damage. Therefore, design of 5-storey basement and foundation of Spazio Tower is needed to avoid this case.*

*This final project will discussing about how to design soldier pile and foundation of Spazio Tower. Soldier Pile is used for retaining wall structure. Soldier pile is a piles arranged to form a surrounding line in basement area and designed to withstand a massive lateral pressure. This soldier pile structure is using bottom up and top down methods in its construction. The depth of retaining wall and the foundation is designed at 36 meter and 40 meter. Material used in soldier pile construction is spun pile dan bor pile in which the cost of those two materials will be calculated. Construction with spun pile will costing around Rp. 21.290.640.000,00 while with bor pile is costing around Rp.*

*22.623.823.461,00. Price difference between those two material is Rp. 1.333.183.461,00. Therefore, spun pile is far more cost effective as a soldier pile material.*

*The solution for the damages caused in the other building is adding a special procedure before piling, which is a land drilling. A smaller diameter is drilled first before the actual diameter is drilled. And cutting the pile shoe is required for water to escape from soil and not causing an unpredictable soil movement.*

**Keywords :**     *Spazio Tower Building, Basement, Soldier Pile, Pile, Spun Pile, Bor Pile, Plaxis, Bottom Up, Top Down*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan YME karena atas segala berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan *Basement* 5 Lantai dan Pondasi Gedung Spazio Tower di Surabaya Barat” ini tepat pada waktu yang diharapkan.

Tugas Akhir ini diajukan sebagai persyaratan gelar kesarjanaan jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat berguna bagi semua pihak dalam pengaplikasian ilmu dan teknologi dalam masyarakat. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, untuk itu segala saran dan masukan tentang penulisan Tugas Akhir ini sangat diharapkan.

Adapun dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini penulis memperoleh bantuan dan bimbingan serta banyak dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus, atas segala limpahan berkat, hikmat, kebijaksanaan, dan karunia-Nya
2. Kedua orangtua penulis, Bapak Drs. Inu Laksito Wibowo, M.I.Komp. dan Ibu Arum Widihartanti atas motivasi, dukungan, semangat dan doanya.
3. Bapak Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing atas bimbingan, ilmu yang telah dibagi, dan pengertian yang telah diberi.
4. Ibu Putu Tantri Kumalasari, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, membagikan ilmu, dan juga semangatnya.
5. PT Intiland Grande selaku owner gedung Spazio Tower yang sudah memperbolehkan penulis untuk memakai data gedung tersebut dalam mengerjakan Tugas Akhir.
6. Bapak Prof. Ir. Benjamin Lumantarna, M.Eng., Ph.D. yang telah memberikan data pembebanan struktur bangunan gedung Spazio Tower.

7. Teman-teman jurusan Teknik Sipil ITS angkatan 2012 yang telah memberi dukungan dan semangat selama masa perkuliahan penulis.
8. Hangga Fajar Pratama Putra S.T. terimakasih atas motivasi, pengertian, dan semangatnya.
9. Adek-adekku tercinta, Bimo dan Rio yang selalu memberi semangat dan motivasi. Untuk Bimo, ayo cepat menyusul! 116 giliranmu!
10. Untuk Seluruh teman-teman yang mengambil bidang geoteknik atas kisah dan *sharing* ilmunya.
11. Untuk Mas dan Mbak senior Teknik Sipil ITS yang telah membagikan pengalaman berharga dan ilmunya, serta menjadi motivasi karena prestasinya
12. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Walaupun masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna saya berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi rekan-rekan sedisiplin ilmu. Penulis juga memohon maaf atas kekurangan yang ada pada buku Tugas Akhir ini. Terimakasih

Surabaya, Juni 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	 1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan .....	7
1.4 Manfaat .....	7
1.5 Batasan Masalah.....	7
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	 9
2.1 Analisa Data Tanah .....	9
2.1.1 Kolerasi Nilai E (Modulus Elastisitas).....	9
2.1.2 Perhitungan $N_{koreksi}$ .....	10
2.2 Tekanan Lateral Tanah.....	11
2.2.1 Koefisien Tanah Aktif dan Pasif menurut Coulomb (1776) .....	11
2.2.2 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif untuk Tanah yang Berkohesi.....	12
2.3 Turap Bebas .....	13
2.4 Pondasi Tiang Pancang .....	15
2.4.1 Perhitungan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang .....	15
2.4.2 Kemampuan Tiang Dalam Group .....	17
2.4.3 Ketahanan Tiang Pancang Terhadap Gaya Horizontal.....	17
2.5 Pondasi Tiang Bor.....	21

2.5.1	Perhitungan Daya Dukung Tiang Bor Menurut Reese (1978) .....	21
2.5.2	Perhitungan Daya Dukung Tiang Bor Menurut Hansen.....	23
2.5.3	Perhitungan Daya Dukung Tiang Bor Menurut Terzaghi .....	23
2.5.4	Desain Struktur Tiang Bor .....	23
2.6	Analisa Metode Elemen Hingga .....	24
2.6.1	Elemen untuk Analisa Dua Dimensi .....	25
2.6.2	Interpolasi <i>Displacement</i> .....	26
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>		<b>27</b>
3.1	Diagram Alir .....	27
3.2	Metode Pengerjaan Tugas Akhir.....	28
3.2.1	Pengumpulan Data .....	28
3.2.2	Studi Literatur .....	29
3.2.3	Analisa Data Tanah .....	30
3.2.4	Menentukan Metode Penggalian.....	30
3.2.5	Menghitung Tekanan Lateral Tanah .....	30
3.2.6	Mendesai <i>Soldier Pile</i> Sebagai Dinding Penahan Tanah.....	30
3.2.7	Menghitung Daya Dukung Aksial Pondasi.....	30
3.2.8	Mendesain Pondasi .....	31
3.2.9	Analisa Keretakan yang Terjadi pada Bangunan Sekitar .....	31
3.2.10	Memberikan Solusi Terhadap Keretakan yang Terjadi pada Bangunan Sekitar .....	31
3.2.11	Menghitung Biaya Bahan untuk Masing-Masing Alternatif.....	31
3.2.12	Menentukan Alternatif yang Paling Sesuai .....	31

<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Analisa Data Tanah .....	33
4.2 Analisa Layout dan Pembebanan Gedung Spazio Tower .....	41
4.3 Metode Konstruksi yang Dipakai.....	46
4.4 Perencanaan <i>Soldier Pile</i> sebagai Dinding Penahan Tanah dengan Metode <i>Bottom Up</i> .....	47
4.4.1 Perhitungan Tekanan Lateral Tanah.....	48
4.4.2 Menentukan Kedalaman <i>Soldier Pile</i> sebagai Dinding Penahan Tanah .....	50
4.5 Perencanaan <i>Soldier Pile</i> sebagai Dinding Penahan Tanah dengan Metode <i>Top Down</i> .....	52
4.5.1 Permodelan PLAXIS dengan Kedalaman <i>Spun Pile</i> = 60 meter .....	54
4.5.2 Permodelan PLAXIS dengan Kedalaman <i>Spun Pile</i> = 36 meter .....	62
4.6 Perencanaan Pondasi.....	70
4.6.1 Perhitungan Daya Dukung Aksial Pondasi .....	70
4.6.2 Daya Dukung Tiang Dalam Kelpok.....	71
4.6.3 Kontrol Beban Maksimum 1 Tiang.....	76
4.6.4 Kontrol Kekuatan Tiang Terhadap Gaya Lateral.....	82
4.7 Analisa Penyebab Keretakan pada Bangunan Sekitar dan Solusinya .....	88
4.8 Perencanaan <i>Bored pile</i> .....	90
4.8.1 Kontrol Kekuatan Tiang Terhadap Gaya Lateral.....	93
4.9 Perhitungan Biaya Perencanaan .....	95
4.9.1 Perhitungan Biaya Perencanaan <i>Spun Pile</i> .....	95
4.9.2 Perhitungan Biaya Perencanaan <i>Bored pile</i> .....	95
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>99</b>
5.1 Kesimpulan .....	99
5.2 Saran.....	100
Daftar Pustaka .....	101

Lampiran 1 .....	103
Lampiran 2 .....	115
Lampiran 3 .....	124
Lampiran 4 .....	136
Lampiran 5 .....	137
Lampiran 6 .....	162
Biodata Penulis.....	164

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Rencana Spazio Tower .....	2
Gambar 1.2	Lokasi Gedung Spazio Tower.....	3
Gambar 1.3	Titik Rencana Pemasangan <i>Sheet Pile</i> dan <i>Soldier Pile</i> .....	4
Gambar 1.4	Keretakan pada Rumah Perumahan Graha Famili .....	5
Gambar 1.5	Keretakan pada Gedung Spazio Lama .....	5
Gambar 2.1	Kondisi Keruntuhan Menurut Coulomb .....	11
Gambar 2.2	Tekanan Aktif Tanah Kohesif pada Dinding ....	12
Gambar 2.3	Tekanan Pasif Tanah Kohesif pada Dinding.....	13
Gambar 2.4	Turap Bebas .....	13
Gambar 2.5	Turap Bebas pada Tanah Lempung .....	14
Gambar 2.6	Pembagian Segmen Tiang Pancang .....	16
Gambar 2.7a	Tiang Pancang dengan Poer Fleksibel .....	18
Gambar 2.7b	Tiang Pancang dengan Poer Kaku Menempel di Atas Permukaan Tanah.....	18
Gambar 2.7c	Tiang Pancang dengan Poer Kaku Terletak Pada Suatu Ketinggian.....	18
Gambar 2.8	Koefisien Variasi (f) untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral.....	19
Gambar 2.9	Koefisien-Koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi 2 .....	20
Gambar 2.10	Contoh Jaring-Jaring ( <i>Mesh</i> ) dari Elemen Hingga.....	24
Gambar 2.11	Elemen-Elemen <i>Triangular</i> dan <i>Langrange</i> .....	25
Gambar 2.12	Elemen dan <i>Six-nodded Triangular</i> .....	26
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir .....	27
Gambar 4.1	Lokasi Titik Bor.....	33
Gambar 4.2	Layout Gedung Spazio Tower (Tampak Atas) .	42
Gambar 4.3	Layout <i>Basement</i> Gedung Spazio Tower (Tampak Depan) .....	42
Gambar 4.4	Model Interaksi Dinding Penahan Tanah.....	48
Gambar 4.5	Diagram Lateral dan Tekanan Air Tanah .....	50

Gambar 4.6	Gaya Aktif dan Pasif Akibat Tanah dan Air.....	50
Gambar 4.7a	<i>Input</i> Parameter Tanah pada PLAXIS (1).....	53
Gambar 4.7b	<i>Input</i> Parameter Tanah pada PLAXIS (2).....	53
Gambar 4.8	Penampang Galian <i>Soldier Pile</i> Kondisi A.....	54
Gambar 4.9	Deformasi <i>Soldier Pile</i> pada Kondisi A .....	55
Gambar 4.10	Penampang Galian <i>Soldier Pile</i> Kondisi B.....	56
Gambar 4.11	Deformasi <i>Soldier Pile</i> pada Kondisi B.....	56
Gambar 4.12	Penampang Galian <i>Soldier Pile</i> Kondisi C.....	57
Gambar 4.13	Deformasi <i>Soldier Pile</i> pada Kondisi C.....	57
Gambar 4.14	Penampang Galian <i>Soldier Pile</i> Kondisi D.....	58
Gambar 4.15	Deformasi <i>Soldier Pile</i> pada Kondisi D .....	58
Gambar 4.16	Penampang Galian <i>Soldier Pile</i> Kondisi E.....	59
Gambar 4.17	Deformasi <i>Soldier Pile</i> pada Kondisi E.....	60
Gambar 4.18	Momen yang Terjadi pada <i>Soldier Pile</i> .....	61
Gambar 4.19	Penampang Galian <i>Soldier Pile</i> Kondisi A.....	62
Gambar 4.20	Deformasi <i>Soldier Pile</i> pada Kondisi A .....	63
Gambar 4.21	Penampang Galian <i>Soldier Pile</i> Kondisi B.....	63
Gambar 4.22	Deformasi <i>Soldier Pile</i> pada Kondisi B.....	64
Gambar 4.23	Penampang Galian <i>Soldier Pile</i> Kondisi C.....	64
Gambar 4.24	Deformasi <i>Soldier Pile</i> pada Kondisi C.....	65
Gambar 4.25	Penampang Galian <i>Soldier Pile</i> Kondisi D.....	65
Gambar 4.26	Deformasi <i>Soldier Pile</i> pada Kondisi D .....	66
Gambar 4.27	Penampang Galian <i>Soldier Pile</i> Kondisi E.....	66
Gambar 4.28	Deformasi <i>Soldier Pile</i> pada Kondisi E.....	67
Gambar 4.29	Momen yang Terjadi pada <i>Soldier Pile</i> Kedalaman 36 meter .....	68
Gambar 4.30	Pengelompokan Tiang .....	72
Gambar 4.31	Pengelompokan Tiang Tipe A .....	73
Gambar 4.32	Jarak Kolom dan Tiang Pancang untuk Tipe J .	76
Gambar 4.33	Diagram Gaya Lateral Tiang Pondasi.....	82
Gambar 4.34	Koefisien Variasi (F) untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral.....	83
Gambar 4.35	Koefisien $F_d$ untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral dengan Poer Kaku Menempel di Atas Permukaan Tanah .....	84



Gambar 4.36 Koefisien $F_m$ untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral dengan Poer Kaku Menempel di Atas Permukaan Tanah .....	85
Gambar 4.37 Koefisien Variasi (F) untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral.....	86
Gambar 4.38 Koefisien $F_d$ untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral dengan Poer Kaku Menempel di Atas Permukaan Tanah .....	87
Gambar 4.39 Koefisien $F_m$ untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral dengan Poer Kaku Menempel di Atas Permukaan Tanah .....	87
Gambar 4.40 Ilustrasi Desakan Tanah Akibat Air.....	88
Gambar 4.41 Ilustrasi Pemotongan Sepatu Tiang Pancang....	90
Gambar 4.42 <i>Output</i> Program Bantu PCACol (1) .....	91
Gambar 4.43 <i>Output</i> Program Bantu PCACol (2).....	92

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Korelasi $N_{SPT}$ dengan Modulus Elastisitas pada Tanah Lempung .....	9
Tabel 2.2	Nilai $\alpha$ untuk Memperkirakan Tahanan Kulit Tiang Bor di Tanah Lempung.....	22
Tabel 2.3	Faktor Tekanan Lateral Tiang.....	22
Tabel 2.4	Nilai $q_p$ Tanah Pasir .....	23
Tabel 4.1	Parameter Tanah .....	34
Tabel 4.2	Perhitungan $N_{koreksi}$ .....	36
Tabel 4.3	Rekapitulasi Nilai $N_{koreksi}$ .....	37
Tabel 4.4	Pembebanan Axial Struktur Kolom C1 .....	43
Tabel 4.5	Rekap Pembebanan Struktur Gedung Spazio Tower.....	44
Tabel 4.6	Data Tanah untuk Perhitungan Tekanan Lateral Tanah.....	48
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Tekanan Lateral Tanah.....	49
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Kedalaman Turap.....	51
Tabel 4.9	Efisiensi Tiang Dalam Grup .....	75
Tabel 4.10	Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Grup .....	75
Tabel 4.11	Tiang Pancang Grup Tipe A .....	77
Tabel 4.12	Tiang Pancang Grup Tipe B .....	77
Tabel 4.13	Tiang Pancang Grup Tipe C .....	78
Tabel 4.14	Tiang Pancang Grup Tipe D .....	78
Tabel 4.15	Tiang Pancang Grup Tipe E.....	78
Tabel 4.16	Tiang Pancang Grup Tipe F.....	79
Tabel 4.17	Tiang Pancang Grup Tipe G .....	79
Tabel 4.18	Tiang Pancang Grup Tipe H .....	80
Tabel 4.19	Tiang Pancang Grup Tipe I.....	80
Tabel 4.20	Tiang Pancang Grup Tipe J .....	80
Tabel 4.21	Tiang Pancang Grup Tipe K .....	81
Tabel 4.22	Tiang Pancang Grup Tipe L.....	81
Tabel 4.23	Kontrol Beban Maksimum 1 Tiang .....	81
Tabel 4.24	Perhitungan Biaya <i>Spun Pile</i> .....	95

Tabel 4.25    Perhitungan Biaya *Bor Pile* ..... 96

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Surabaya merupakan kota terbesar ke dua di Indonesia. Banyak gedung-gedung bertingkat yang telah dibangun maupun yang sedang dibangun antara lain rumah sakit, hotel, sekolah, *apartement*, *supermall*, gedung perkantoran. Salah satu gedung perkantoran yang sedang dalam proses pembangunan adalah gedung Spazio Tower.

Spazio Tower adalah gedung perkantoran *strata title* yang dikembangkan oleh PT Intiland Grande di kawasan bisnis premium Surabaya Barat. Gedung ini merupakan pengembangan dari megaproyek Graha Festival, sebuah superblok yang meliputi beberapa *tower apartement*, gedung perkantoran, rumah sakit berskala internasional, pusat perbelanjaan, area olahraga dan rekreasi keluarga, serta restoran. Menempati lahan seluas 5.380 meter persegi, Spazio Tower terdiri dari 22 lantai dan 5 *basement* dengan luas bangunan 61.053 meter persegi. Dari total lantai tersebut, 15 lantai diperuntukkan sebagai perkantoran, 5 lantai hotel bintang 4, 2 lantai untuk *retail* pendukung serta *food and beverages*, dan 5 lantai *basement* untuk parkir. Bentuk akhir dari rencana Spazio Tower dapat dilihat pada Gambar 1.1.



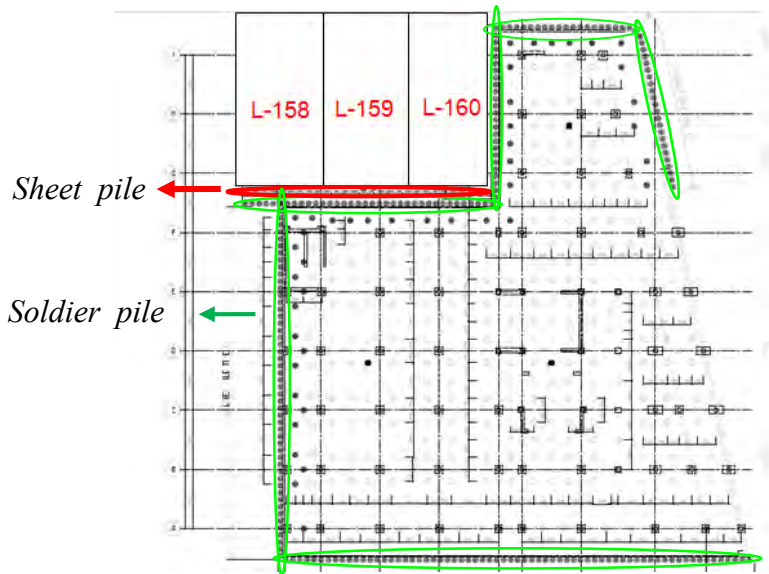
Gambar 1.1. Rencana Spazio Tower  
(Sumber : [www.skyscraper.com](http://www.skyscraper.com))

Gedung Spazio Tower didesain memiliki *basement* 5 lantai dengan elevasi dasar -17 meter untuk memenuhi kebutuhan lahan parkir. Tetapi, lokasi gedung Spazio Tower berada di daerah padat bangunan. Di sebelah kanan gedung Spazio Tower adalah gedung Spazio lama yang fungsinya hampir sama dengan gedung Spazio Tower. Sedangkan di belakang gedung Spazio Tower terdapat perumahan mewah, Graha Famili, yang merupakan hasil pengembangan dari *developer* yang sama, dalam hal ini adalah PT Intiland Grande. Sedangkan di seberang gedung Spazio Tower adalah Supermall Pakuwon Indah. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Lokasi Gedung Spazio Tower  
(Sumber: maps.google.com)

Konsultan perencana, Benjamin Gideon *and Associated*, merencanakan *basement* Spazio Tower menggunakan pondasi tiang pancang *spun pile*  $\phi 80$  cm. *Spun pile* adalah tiang pancang *precast* dengan permukaan bulat. Perkuatan dinding penahan *basement* gedung ini menggunakan *soldier pile*. *Soldier pile* yang dipakai di sini berupa *spun pile* yang dipancang berjajar atau berbaris membentuk dinding di sekeliling *basement*. Bagian kiri gedung sengaja tidak dipasang *soldier pile*. Pihak perencana mengasumsikan penggalian *basement* nantinya akan dilakukan dari samping karena di sebelah kiri lokasi proyek terdapat lahan kosong, sehingga tanah akan dibiarkan langsung longsor tanpa ada yang menahan. Untuk daerah yang berhimpitan dengan rumah, dipasang *sheet pile* sebagai penahan tanah, baru kemudian dipasang *soldier pile* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3. Titik Rencana Pemasangan *Sheet Pile* dan *Soldier Pile*

Berikut adalah proses yang sudah dilakukan di lokasi proyek gedung Spazio Tower:

1. Pemasangan *sheet pile* di daerah yang berhimpitan dengan rumah Perumahan Graha Famili.
2. Pemancangan *soldier pile* di beberapa titik rencana.

Saat proses pemasangan *sheet pile*, rumah tetangga yang berhimpitan dengan lokasi pemancangan gedung Spazio Tower mulai mengalami retak-retak. Keretakan semakin parah ketika *soldier pile* dipancang. Selain keretakan pada rumah, pemancangan *soldier pile* ini juga menyebabkan keretakan pada gedung Spazio lama yang berada di sebelah gedung Spazio Tower. Hal ini dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini.





Gambar 1.4. Keretakan pada Rumah Perumahan Graha Famili



Gambar 1.5. Keretakan pada Gedung Spazio Lama

Penyebab keretakan bangunan sekitar umumnya terjadi karena getaran saat pemancangan. Sebenarnya hal ini sudah diantisipasi oleh pihak perencana maupun pelaksana. Saat pemancangan tidak digunakan alat pancang konvensional yang menimbulkan getaran, tetapi sudah memakai *hydraulic silent system*.

Berdasarkan masalah-masalah yang sudah dipaparkan di atas, dapat dilihat bahwa perlu ada perencanaan *basement* 5 lantai gedung Spazio Tower yang tepat dengan memperhatikan lokasi gedung tersebut yang berada di daerah padat bangunan. Salah satu solusi untuk menghindari keretakan bangunan sekitar adalah penggantian material *spun pile* dengan *bored pile*. Tetapi penggunaan material *bored pile* juga memiliki kelemahan, salah satunya biaya yang mahal. Maka dari itu, dalam tugas akhir ini akan direncanakan pembangunan *basement* 5 lantai gedung Spazio Tower dengan menggunakan material *spun pile* dan *bored pile*. Tetapi perencanaan dengan material *spun pile* akan dilaksanakan dengan metode baru sehingga dapat menghindari keretakan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

### **1.2.1. Masalah Utama**

Bagaimana merencanakan *basement* 5 lantai gedung Spazio Tower yang berlokasi di daerah padat bangunan agar tidak mengalami keretakan bangunan di area sekitarnya?

### **1.2.2. Rincian Permasalahan**

1. Bagaimana metode penggalian *basement* yang paling efisien?
2. Bagaimana desain *soldier pile* sebagai dinding penahan *basement* untuk gedung Spazio Tower?
3. Bagaimana desain pondasi gedung Spazio Tower?
4. Mengapa perencanaan yang lama dapat merusak bangunan sekitar proyek? Bagaimana solusinya?
5. Berapa biaya bahan yang dibutuhkan untuk masing-masing alternatif yang direncanakan?

6. Perencanaan dengan material manakah yang lebih direkomendasikan untuk gedung Spazio Tower?

### **1.3. Batasan Masalah**

Dalam penyusunan tugas akhir ini diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Tidak menghitung penulangan struktur atas. Perhitungan struktur atas hanya digunakan untuk mendapatkan gaya atau beban untuk perencanaan pondasi.
2. Tidak menghitung tebal dan penulangan *pile cap*. *Pile cap* yang dipakai sesuai dengan perencanaan sebelumnya (kondisi eksisting proyek) karena perencanaan tersebut dianggap sudah benar dan bukan penyebab keretakan bangunan sekitar.

### **1.4. Tujuan**

Tujuan yang diharapkan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah untuk memperoleh perencanaan *basement* 5 lantai gedung Spazio Tower yang tepat di daerah Surabaya Barat yang padat bangunan sehingga tidak merusak bangunan di area sekitar.

### **1.5. Manfaat**

Manfaat yang bisa diperoleh dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang telah diperoleh selama masa perkuliahan.
2. Memberi alternatif perencanaan *basement* dengan pemilihan pondasi yang tepat untuk gedung Spazio Tower di daerah Surabaya Barat yang padat bangunan.
3. Sebagai referensi bagi perencana konstruksi berikutnya.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Analisa Data Tanah

Data tanah di lokasi proyek yang didapatkan berupa harga SPT dari setiap meter kedalaman. Kemudian data tersebut diolah untuk mendapatkan parameter tanah yang diperlukan dalam proses perhitungan. Parameter tanah yang diperlukan antara lain  $\gamma$  (berat jenis),  $\phi$  (sudut geser),  $C$  (kekuatan geser) dan  $E$  (Modulus Elastisitas).

#### 2.1.1. Kolerasi Nilai E (Modulus Elastisitas)

Nilai  $E$  (Modulus Elastisitas) tidak tercantum pada data tanah dari laboratorium, maka akan dilakukan korelasi menggunakan tabel berikut.

Tabel 2.1. Korelasi  $N_{SPT}$  dengan Modulus Elastisitas pada Tanah Lempung  
(Sumber: Randolph,1978)

Subsurface Condition	Penetration resistance range N (bpf)	$\varepsilon_{50}$ (%)	Poisson's Ratio ( $\nu$ )	Shear Strength $S_u$ (psf)	Young's Modulus Range $E_s^*$ (psi)	Shear Modulus Range $G^{**}$ (psi)
V. Soft	2	0.020	0.5	250	170-340	60-110
Soft	2-4	0.020	0.5	375	260-520	80-170
Medium	4-8	0.020	0.5	750	520-1040	170-340
Stiff	8-15	0.010	0.45	1500	1040-2080	340-690
Very Stiff	15-30	0.005	0.40	3000	2080-4160	690-1390
Hard	30	0.004	0.35	4000	2890-5780	960-1930
	40	0.004	0.35	5000	3470-6940	1150-
	60	0.0035	0.30	7000	4860-9720	2310
	80	0.0035	0.30	9000	6250-	1620-
	100	0.003	0.25	11000	12500	3420
	120	0.003	0.25	13000	7640-	2080-
					15270	4160
					9020-	2540-
					18050	5090
						3010-
						6020

\*Randolph (1978)  $E_s = (100-200)S_u$  psf

$$^{**}G = \frac{E_s}{2(1+\nu)}; \text{dimana } \nu = 0,5$$

### 2.1.2. Perhitungan $N_{\text{koreksi}}$

Data SPT (Standard Penetration Test) dari lapangan tidak langsung dapat digunakan untuk perencanaan tiang pancang. Harus dilakukan koreksi dahulu terhadap data SPT asli, sebagai berikut:

1. Koreksi terhadap muka air tanah  
 Khusus untuk tanah pasir halus, pasir berlanau, dan pasir berlempung yang berada dibawah muka air tanah dan hanya bila  $N > 15$ :
  - a)  $N_1 = 15 + 0,5 (N-15)$  (Terzaghi & Peck, 1960)
  - b)  $N_1 = 0,6 N$  (Bazaraa, 1967)
 Pilih harga  $N_1$  yang terkecil dari a) dan b) tersebut.

Untuk jenis tanah lempung, lanau, pasir kasar dan bila  $N < 15$ , tidak ada koreksi. Jadi  $N_1 = N$ .

2. Koreksi terhadap overburden pressure dari tanah  
 Hasil dari koreksi 1 ( $N_1$ ) dikoreksi lagi untuk pengaruh tekanan vertikal efektif pada lapisan tanah dimana harga  $N$  tersebut didapatkan (tekanan vertikal efektif = overburden pressure).

Koreksi akibat overburden pressure menurut Bazaraa, 1967.

Bila  $P_o$  dalam ton/m<sup>2</sup>, maka:

$$N_2 = (4 N_1) / (1 + 0,4 P_o) \quad ; \text{ bila } P_o \leq 7,5 \text{ ton/m}^2$$

atau

$$N_2 = (4 N_1) / (3,25 + 0,1 P_o) \quad ; \text{ bila } P_o > 7,5 \text{ ton/m}^2$$

Bila  $P_o$  dalam kPa = kN/m<sup>2</sup>, maka:

$$N_2 = (4 N_1) / (1 + 0,04 P_o) \quad ; \text{ bila } P_o \leq 7,5 \text{ kPa} \\ \leq 0,75 \text{ ton/m}^2$$

atau

$$N_2 = (4 N_1) / (3,25 + 0,01 P_o) \quad ; \text{ bila } P_o > 7,5 \text{ kPa} \\ > 0,75 \text{ ton/m}^2$$

Po: tekanan tanah vertikal efektif pada lapisan atau kedalaman yang ditinjau.

Catatan: Harga  $N_2$  harus  $\leq 2 N_1$

Bila harga  $N_2 > 2 N_1$ , maka dibuat  $N_2 = 2 N_1$

$$1 \text{ kPa} = 1 \text{ kN/m}^2 \approx 0.1 \text{ ton/m}^2 \approx 0,01 \text{ kg/cm}^2$$

## 2.2. Tekanan Lateral Tanah

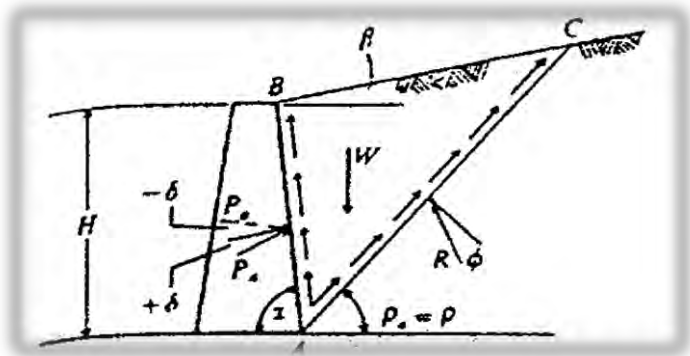
Perhitungan tekanan lateral tanah digunakan untuk mengetahui berapa gaya yang terjadi pada dinding penahan tanah yang akan direncanakan.

### 2.2.1. Koefisien Tanah Aktif dan Pasif Menurut Coulomb (1776)

Anggapan-anggapan dasar dalam teori tekan tanah Coulomb adalah sebagai berikut:

1. Tanah adalah isotropic dan homogen yang mempunyai gesekan dan kohesi.
2. Bidang runtuh permukaan urugan balik adalah bidang datar.
3. Adanya gesekan tanah dengan dinding. Sudut gesekan ini dinamakan  $\delta$

Kondisi keruntuhan yang digambarkan oleh Coulomb diilustrasikan seperti gambar di bawah ini:



Gambar 2.1. Kondisi Keruntuhan Menurut Coulomb

$$K_a = \frac{\sin^2 (\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_p = \frac{\sin^2 (\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha + \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

### 2.2.2. Tekanan Aktif dan Pasif untuk Tanah yang Berkohesi

Baik Coulomb dan Rankine tidak menyertakan harga kohesi tanah ke dalam formula tekanan tanah mereka, kemudian Bell (1915) memperbaharui formula tersebut dengan menyertakan harga kohesi tanah untuk perhitungan tekanan lateral tanah berkohesi pada suatu dinding.

Berikut ini persamaan tekanan tanah aktif untuk tanah berkohesi:

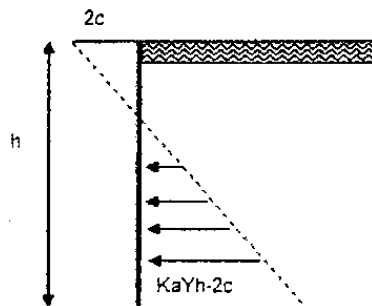
$$\begin{aligned} \sigma_a &= \sigma_v \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\theta}{2} \right) - 2c \tan \left( 45^\circ - \frac{\theta}{2} \right) \\ &= \sigma_v K_a - 2c\sqrt{K_a} \end{aligned}$$

Dimana:

$\sigma_v$  = tegangan vertikal (ton/m<sup>2</sup>)

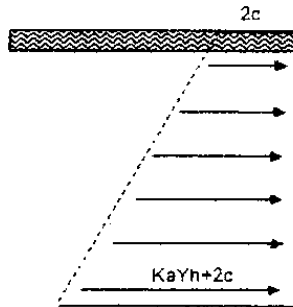
$c$  = kohesi tanah

$\phi$  = sudut geser tanah



Gambar 2.2. Tekanan Aktif Tanah Kohesif pada Dinding





Gambar 2.3. Tekanan Pasif Tanah Kohesif pada Dinding  
Sedangkan untuk tekanan tanah pasif berlaku persamaan:

$$\begin{aligned}\sigma_p &= \sigma_v \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\theta}{2} \right) + 2c \tan \left( 45^\circ + \frac{\theta}{2} \right) \\ &= \sigma_v K_p + 2c\sqrt{K_p}\end{aligned}$$

Dimana:

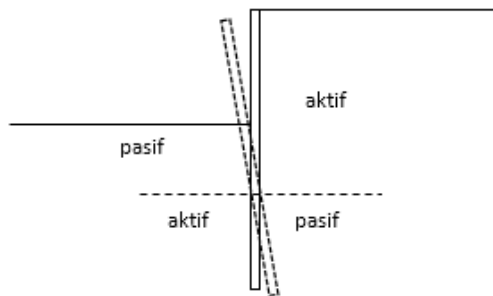
$\sigma_v$  = tegangan vertikal (ton/m<sup>2</sup>)

$c$  = kohesi tanah

$\phi$  = sudut geser tanah

### 2.3. Perhitungan Turap Bebas

Turap dianggap lebih stabil karena penjepitan di dalam tanah mencukupi. Asumsi yang digunakan untuk turap bebas (tak berjangkar) adalah sistem cantilever.



Gambar 2.4. Turap Bebas



Langkah 4

Mencari gaya angker (T) dengan cara:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$T = \Sigma E_a - \Sigma E_p$$

Dimana:

$\Sigma E_a$  = total gaya aktif yang bekerja akibat tanah maupun *surchage*

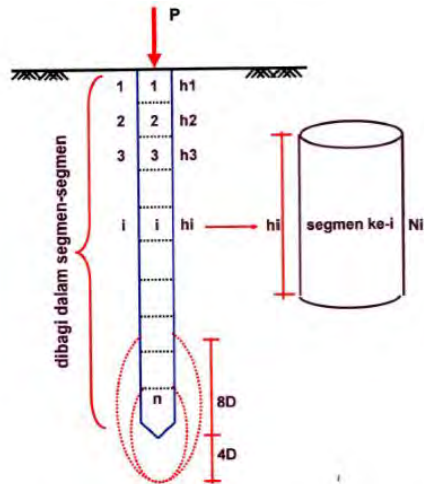
$\Sigma E_p$  = total gaya pasif yang bekerja

## **2.4. Pondasi Tiang Pancang**

Pondasi tiang pancang merupakan salah satu bentuk pondasi dalam, dimana pada dasarnya adalah kolom langsing yang digunakan untuk mentransfer beban dari super structure ke lapisan tanah keras. Tiang pancang umumnya memiliki diameter yang beragam tergantung pada kebutuhan. Jenis material tiang pancang bervariasi, antara lain beton, baja, dan kayu. Dalam pengerjaan tugas akhir ini, saya menggunakan tiang pancang beton pracetak, spun pile karena ketersediaan bahan di pasaran. Daya dukung tiang pancang didasarkan pada tahanan kulit tiang, tahanan ujung tiang, ataupun kombinasi dari keduanya.

### **2.4.1. Perhitungan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang**

Tiang pancang dibagi menjadi n segmen (biasanya  $h_i = 1$  meter atau 2 meter) seperti pada gambar berikut.



$N_i$  = harga SPT yang telah dikoreksi ditengah-tengah segmen  $i$

Gambar 2.6. Pembagian Segmen Tiang Pancang  
(Sumber: Modul Ajar Perencanaan Tiang Pancang)

$$P_{ult} = C_n \cdot A_{ujung} + \sum C_{li} \cdot A_{si}$$

dimana,

$C_{li}$  = hambatan geser selimut tiang pada segmen  $i$

$C_{li}$  =  $f_{si}$

$A_{si}$  = luas selimut tiang pada segmen  $i = O_i \times h_i$

$O_i$  = keliling tiang

$$C_{n \text{ ujung}} = 40\bar{N} \quad (\text{untuk harga } C_n \text{ dalam ton/m}^2)$$

dimana,

$\bar{N}$  = harga rata-rata  $N_{2 \text{ } 4D}$  dibawah ujung sampai dengan  $8D$  diatas ujung tiang.

$$C_{li} = f_{si} = \begin{cases} N/2 \text{ ton/m}^2 & ; \text{untuk tanah lempung/lanau} \\ N/5 \text{ ton/m}^2 & ; \text{untuk tanah pasir} \end{cases}$$

Jadi,

$$\text{Pult tiang} = 40 \bar{N} \cdot \text{Aujung} + \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{2 \text{ atau } 5} \times \text{Asi}$$

$$\text{Pijin} = \frac{\text{P ult}}{\text{SF}} \quad ; \text{ biasanya SF} = 3$$

Catatan : Aujung dan Asi dalam m<sup>2</sup>.

#### 2.4.2. Kemampuan Tiang Dalam Group

Kemampuan tiang dalam *group* harus dikoreksi terlebih dahulu dengan apa yang disebut koefisien efisiensi (Ef). Efisiensi daya dukung pondasi kelompok menurut Seiler-Keeney (1944) adalah sebagai berikut.

$$\text{Ef} = \left[ 1 - \frac{36 S}{(75 S^2 - 7)} \left( \frac{m+n-2}{m+n-1} \right) \right] + \frac{0,3}{m+n}$$

Dimana :

D = diameter tiang pancang

S = jarak antar tiang pancang

m = jumlah baris tiang pancang dalam group

n = jumlah kolom tiang pancang dalam group

$$Q_L (\text{group}) = Q_L (1 \text{ tiang}) \times n \times \text{Ef}$$

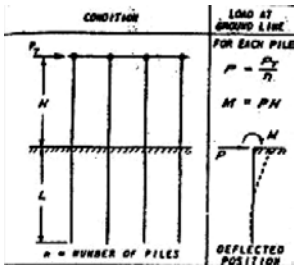
Hasil dari  $Q_L (\text{group}) > P$  yang terjadi..... (OK)

#### 2.4.3. Ketahanan Tiang Pancang Terhadap Gaya Horizontal

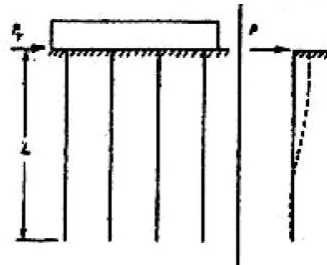
Selain didesain mampu menahan gaya vertikal, pondasi tiang pancang juga harus didesain untuk mampu menahan gaya lateral yang bekerja padanya. Perumusan perhitungan gaya lateral yang mampu diterima oleh pondasi tiang pancang menurut NAFVAC DM-7 (1971), gaya lateral yang bekerja pada pondasi tiang pancang dibedakan atas tiga kondisi, yaitu:

1. Tiang pancang yang poernya fleksibel atau tiang pancang yang terjepit diujungnya (Gambar 2.7a).
2. Tiang pancang dengan poer kaku menempel diatas permukaan tanah (Gambar 2.7b).

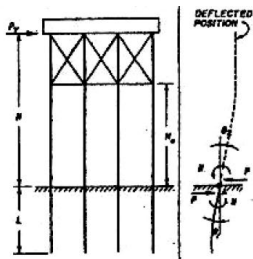
3. Tiang pancang dengan poer kaku terletak pada suatu ketinggian (Gambar 2.7b).



Gambar 2.7a Tiang Pancang dengan Poer Fleksibel



Gambar 2.7b Tiang dengan Poer Kaku Menempel di Atas Permukaan



Gambar 2.7c Tiang dengan Poer Kaku Terletak pada Suatu Ketinggian.

Pada Tugas Akhir ini poer direncanakan dengan kondisi 2. Langkah perhitungan untuk kondisi 2 adalah sebagai berikut.

1. Menghitung faktor kekakuan relatif (relative stiffness factor).

$$t = \left( \frac{EI}{f} \right)^{\frac{1}{5}}$$

Dimana :

T = Faktor kekakuan relatif.

E = Modulus elastisitas tiang pancang.

$I$  = Momen inersia penampang tiang pancang.  
 $f$  = Koefisien variasi. Dicari dari Gambar 2.8

2. Tentukan koefisien defleksi ( $F_d$ ) dan koefisien momen (FM) berdasarkan Gambar 2.9.
3. Menghitung defleksi dan besarnya momen berdasarkan rumus yang terdapat pada Gambar 2.9.
4. Gaya geser maksimum dianggap terjadi pada ujung atas tiang pancang, yang besarnya untuk 1 tiang pancang adalah :

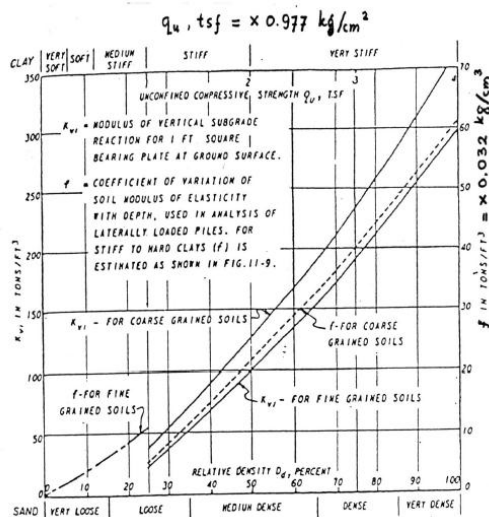
$$P = \frac{PT}{n}$$

Dimana :

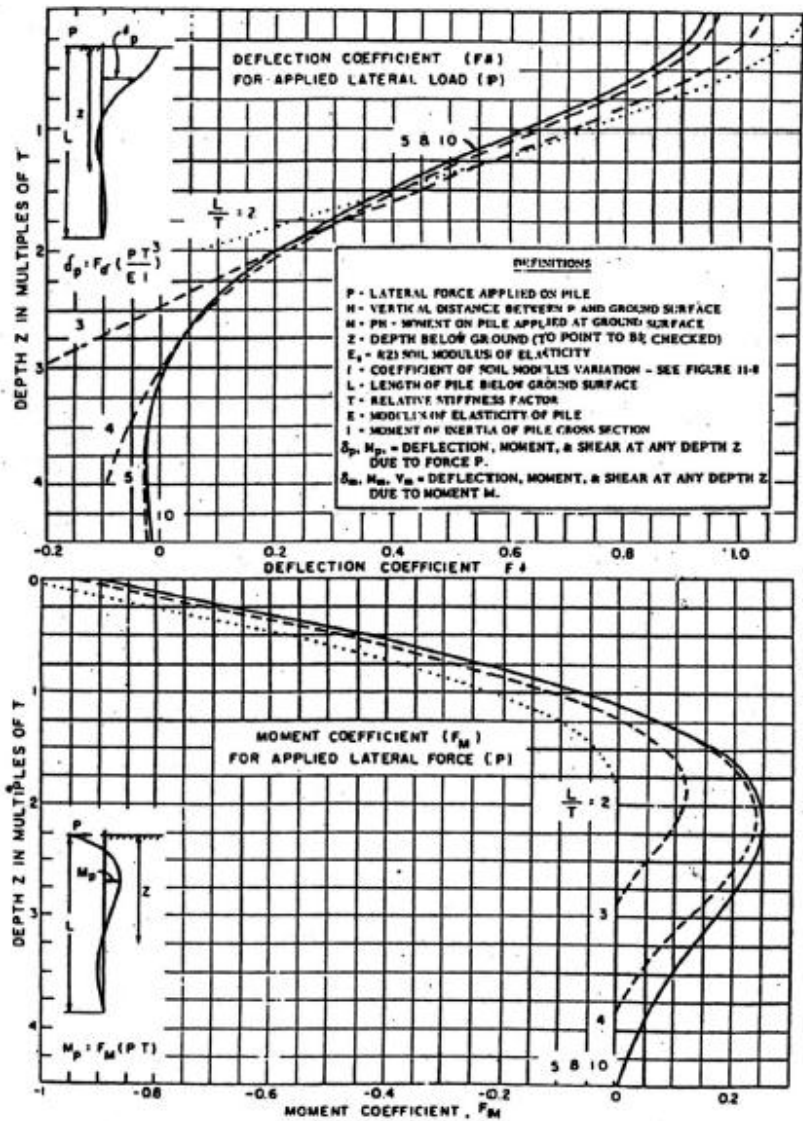
$P$  = Besar gaya geser 1 tiang pancang.

$PT$  = Besar gaya geser total yang bekerja.

$n$  = Jumlah tiang pancang



Gambar 2.8 Koefisien Variasi (F) untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral



Gambar 2.9 Koefisien-Koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi 2



## 2.5. Pondasi Tiang Bor (*Bored Pile*)

Pada dasarnya tiang bor atau *bored pile* digunakan untuk mengistilahkan tiang yang dicor di tempat (*cast in place pile*) dengan cara mengebor lubang, memasang tulangan, kemudian mengecornya dengan beton.

Perhitungan daya dukung tiang didasarkan pada dua hal, yaitu tahanan ujung tiang (*end bearing capacity*) dan tahanan gesekan tiang (*friction bearing capacity*). Secara umum dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

Dimana:

$Q_u$  = kapasitas tiang ultimate atau maksimum

$Q_p$  = kapasitas ujung tiang

$Q_s$  = kapasitas gesekan tiang

### 2.5.1. Perhitungan Daya Dukung Tiang Bor Menurut Reese (1978)

#### Pada Tanah Lempung ( $\phi = 0$ )

$$Q_{ult} = \Sigma Q_{si} + Q_p$$

Dimana:

$$\Sigma Q_{si} = \Sigma \alpha_{s,u,s} \times p' \times \Delta L$$

$$Q_p = N_c c A_p = 9 S_{u,p} A_p$$

$A$  = faktor reduksi berdasarkan proses konstruksi tiang bor

$S_{u,s}$  = kuat geser *undrained* rata-rata sepanjang tiang  $\Delta L$

$p'$  = keliling tiang

$\Delta L$  = kedalaman tiang

$S_{u,p}$  = kekuatan geser tanah *undrained* sekitar  $0,5B$  di atas dasar sampai  $3B$  di bawah dasar

Tabel 2.2. Nilai  $\alpha$  untuk Memperkirakan Tahanan Kulit Tiang Bor di Tanah Lempung

Metode konstruksi	$\alpha$
Metode kering menggunakan <i>lightweight slurry</i>	0,5
Dibor dengan menggunakan lumpur bentonite	0,3
Tiang bell yang ujungnya terletak pada tanah yang kekerasannya hampir sama dengan tanah di sekitar kulit tiang	0,3
Dengan metode pengeboran kering	0,15
Dengan pengeboran menggunakan lumpur bentonite	
Ujung tiang bor tertumpu pada tanah yang memiliki kekerasan yang jauh melebihi tanah di sekitar kulit tiang	0

### Pada Tanah Pasir

$$Q_u = Q_s + Q_p$$

$$Q_s = K P_o' \tan \delta \times A_s$$

Dimana:

$K$  = faktor tekanan lateral tiang

$P_o'$  = tegangan overburden efektif rata-rata

$\delta$  =  $\phi$  untuk tiang bor dalam pasir

$A_s$  = Luas area kulit tiang

Tabel 2.3 Faktor Tekanan Lateral Tiang

Kedalaman sampai dasar	$K$
$< 7,5$ m	0,7
$7,5 \text{ m} < L < 12 \text{ m}$	0,6
$L > 12 \text{ m}$	0,5

$$Q_p = \frac{q_p A_p}{\alpha_p}$$

Dimana:

$q_p$  = tekanan ujung maksimum, didasarkan pada loading test

Tabel 2.4. Nilai  $q_p$  Tanah Pasir

Kepadatan pasir	$q_p$ (kPa)
Pasir lepas	0
Pasir dengan kepadatan sedang	1600
Pasir padat	4000

$\alpha_p = 2 \times B$  ,dimana B = diameter tiang

### 2.5.2. Perhitungan Daya Dukung Tiang Bor Menurut Hansen

Untuk ujung pondasi pada pasir:

$$Q_a = \frac{A_p}{SF} (cN_{cs}d_c + L'\gamma N_q + 0,4\gamma B_p N_\gamma)$$

Untuk ujung pondasi lempung:

$$Q_a = \frac{A_p}{SF} 5,14 \times S_u \times (1 + s_e' + d_e') + L'\gamma$$

### 2.5.3. Perhitungan Dukung Tiang Bor Menurut Terzaghi

Untuk ujung pondasi pada pasir:

$$Q_a = \frac{A_p}{SF} (L'\gamma N_q + 0,4\gamma B_p N_\gamma)$$

Untuk ujung pondasi lempung:

$$Q_a = \frac{A_p \times 9 \times c}{SF}$$

### 2.5.4. Desain Struktur Tiang Bor

Tiang bor yang tidak menerima momen dapat didesain tanpa menggunakan tulangan. Kelangsungan tiang juga dapat diabaikan karena tiang bor tertanam di dalam tanah, sehingga mendapat dukungan dari tanah di sekitarnya. Namun jika diperlukan tulangan, rasio tulangan kemungkinan 1% dari luas penampang tiang, dan dipasang sedikitnya 10ft pada bagian atas tiang. Beban tekan aksial yang diizinkan pada tiang bor adalah:

$$Q_a = A_c f'_c + A_s f_s$$

Dimana:

$A_c$  = luas penampang tiang

$f'_c$  = mutu beton

$A_s$  = luas tulangan perlu

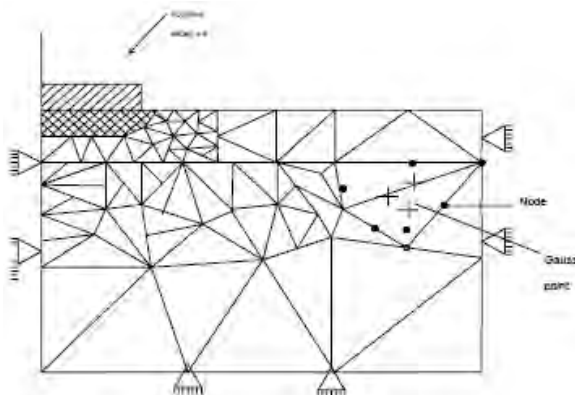
$F_s$  = 0,4  $f_y$

Evaluasi alternatif pada desain struktur tiang adalah dengan memperlakukan tiang bor seperti kolom.

Untuk perhitungan koefisien tanah aktif dan pasif dipakai perumusan dari Coulomb (1776), karena Coulomb memperhitungkan gesekan yang terjadi antara dinding dengan material tanah.

## 2.6 Analisa Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah prosedur perhitungan yang dipakai untuk mendapatkan pendekatan dari permasalahan matematis yang sering muncul pada rekayasa teknik. Inti dari metode tersebut adalah membuat persamaan matematis dengan berbagai pendekatan dan rangkaian persamaan aljabar yang melibatkan nilai – nilai pada titik – titik diskrit pada bagian yang dievaluasi. Persamaan metode elemen hingga dibuat dan dicari solusinya dengan sebaik mungkin untuk menghindari kesalahan pada hasil akhirnya.

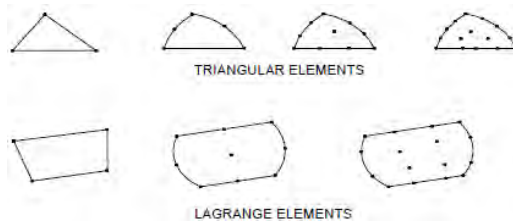


Gambar 2.10 Contoh Jaring-Jaring (*Mesh*) dari Elemen Hingga

Jaring (*mesh*) seperti pada **Gambar 2.12** terdiri dari elemen – elemen yang dihubungkan oleh *node*. *Node* merupakan titik – titik pada jaring dimana nilai dari variabel primernya dihitung. Misal untuk analisa *displacement*, nilai variabel primernya adalah nilai dari *displacement*. Nilai – nilai nodal *displacement* diinterpolasikan pada elemen agar didapatkan persamaan aljabar untuk *displacement* dan regangan melalui jarring – jaring yang terbentuk.

### 2.6.1. Elemen untuk analisa dua dimensi

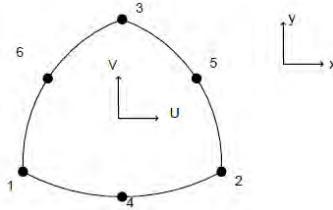
Analisa dua dimensi pada umumnya merupakan analisa yang menggunakan elemen *triangular* atau *quadrilateral* (Gambar 2.7). Bentuk umum dari elemen-elemen tersebut berdasarkan pada pendekatan *Iso-Parametric* di mana fungsi interpolasi *polynomial* dipakai untuk menunjukkan *displacement* pada elemen.



Gambar 2.11 Elemen – Elemen *Triangular* dan *Langrange*

### 2.6.2. Interpolasi *displacement*

Nilai – nilai *nodal displacement* pada solusi elemen hingga dianggap sebagai *primary unknown*. Nilai ini merupakan nilai *displacement* pada *nodes*. Untuk mendapatkan nilai – nilai tersebut harus menginterpolasikan fungsi – fungsi yang biasanya merupakan *polynomial*.

Gambar 2.12 Elemen dan *Six-nodded Triangular*

Anggap sebuah elemen seperti Gambar 2.9.  $U$  dan  $V$  adalah *displacement* pada sebuah titik di elemen pada arah  $x$  dan  $y$ . *Displacement* ini didapatkan dengan menginterpolasikan *displacement* pada *nodes* menggunakan persamaan polynominal sebagai berikut.

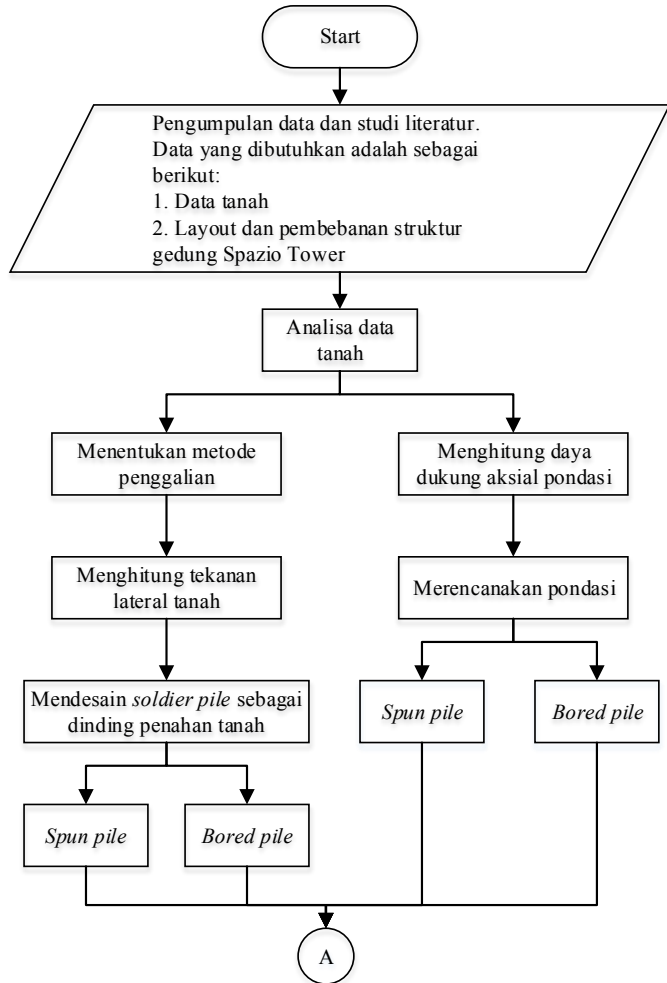
$$U(x,y) = a_0 + a_1x + a_2y^2 + a_3x^3 + a_4xy + a_5y$$

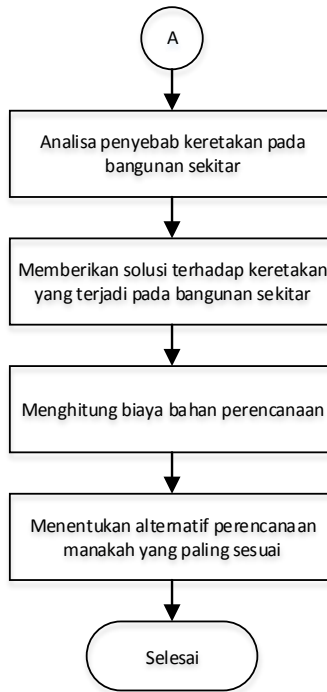
$$V(x,y) = b_0 + b_1x + b_2y^2 + b_3x^3 + b_4xy + b_5y$$

Konstanta  $a_1, a_2, \dots, a_5$  dan  $b_1, b_2, \dots, b_5$  tergantung pada nilai *nodal displacement*. Jika jumlah *nodes* yang menjabarkan elemen bertambah maka fungsi interpolasi untuk *polynomial* yang juga akan bertambah.

## BAB III METODOLOGI

### 3.1. Diagram Alir





Gambar 3.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

### 3.2. Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir

Dari diagram alur di atas dapat dijelaskan metodologi yang dipakai dalam penyusunan proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

#### 3.2.1. Pengumpulan data

Mencari data umum bangunan dan data tanah Spazio Tower.

Data umum bangunan :

- |                |  |
|----------------|--|
| a. Nama gedung | : Spazio Tower                             |
| b. Lokasi      | : Jl. Mayjend Yono Soewoyo kav.5, Surabaya |



- |                  |   |
|------------------|---|
| c. Fungsi        | :Gedung perkantoran, hotel, dan <i>retail</i> pendukung |
| d. Jumlah lantai | :22 lantai dan 5 <i>basement</i>                        |
| e. Material      | :Beton  |

Data tanah yang diperoleh dari hasil penyelidikan dan pengujian tanah oleh Data Persada berupa data SPT (*Standard Penetration Test*).

Layout bangunan dan data tanah Spazio Tower dapat dilihat pada halaman Lampiran.

### 3.2.2. Studi Literatur

Melakukan studi literatur yang berkaitan dengan Tugas Akhir mengenai perencanaan *basement* dan pondasi gedung. Literatur yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. SNI 1726-2016 Tata Cara Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
2. Mekanika Tanah (prinsip-prinsip) Rekayasa Geoteknis jilid 1 dan 2 (Braja M. Das, Noor Endah, dan Indrasurya B. Mochtar)
3. Deep Excavation Theory and Practice (Chang-Yu Ou)
4. Modul Ajar Perencanaan Tiang Pancang (Indrasurya B. Mochtar)
5. Tugas Akhir dengan judul Perencanaan Pondasi Gedung *Coral Triangle Initiative* Manado dengan Menggunakan Pondasi Tiang Pancang Beton *Precast*, Tiang Pancang Baja dan Tiang Bor (Septian Risna Wara)
6. Tugas Akhir dengan judul Perencanaan Ulang Basement Proyek Hi-Tech Centre Surabaya dengan Dinding Penahan Tanah Model Modified Diaphragm Wall Dan Pondasi Utama Bell-Shaped Bored Pile (Ramadhani Adinegara)

### 3.2.3. Analisa Data Tanah

Analisa data tanah untuk menentukan jenis tanah sehingga dapat menentukan langkah pengerjaan yang tepat sesuai dengan kondisi lapangan.

### 3.2.4. Menentukan Metode Penggalian

Menentukan metode penggalian yang paling tepat untuk *basement* 5 lantai gedung Spazio Tower yang berada di lokasi padat bangunan. Penggalian *basement* tergantung pada metode konstruksi apa yang akan dipakai. Dalam Tugas Akhir ini akan dipakai metode konstruksi *Bottom-up* dan *Top-down*. Kemudian dari kedua metode tersebut akan dipilih metode yang sesuai dengan gedung Spazio Tower.

### 3.2.5. Menghitung Tekanan Lateral Tanah

Menghitung tekanan lateral tanah untuk mendesain dinding penahan *basement* sehingga didapatkan dimensi yang sesuai kebutuhan

### 3.2.6. Mendesain *Soldier Pile* sebagai dinding penahan *basement*

Pemilihan *soldier pile* sebagai dinding penahan *basement* dirasa lebih efektif karena cara pengerjaan atau pemasangannya sama dengan pondasi sehingga tidak dibutuhkan alat tambahan. *Soldier pile* akan direncanakan menggunakan material *spun pile* dan *bored pile*.

### 3.2.7. Menghitung Daya Dukung Aksial Pondasi

Melakukan perhitungan untuk mengetahui daya dukung aksial pondasi sehingga perencanaan dapat dilakukan.

### **3.2.8. Mendesain Pondasi**

Mendesain pondasi gedung Spazio Tower sebagai pemikul beban aksial akibat struktur. Pondasi akan direncanakan menggunakan material *spun pile* dan *bored pile*.

### **3.2.9. Analisa Keretakan yang Terjadi pada Bangunan Sekitar**

Analisa keretakan pada bangunan sekitar proyek digunakan untuk mengetahui dan mengevaluasi permasalahan apa yang sebenarnya terjadi.

### **3.2.10. Memberikan Solusi Terhadap Keretakan yang Terjadi pada Bangunan Sekitar**

Dari analisa keretakan dapat diketahui penyebab permasalahan tersebut terjadi. Maka solusi agar tidak terjadi permasalahan tersebut dapat diberikan untuk menghindari terjadinya keretakan pada kasus serupa.

### **3.2.11. Menghitung Biaya Bahan untuk Masing-Masing Alternatif**

Melakukan perhitungan biaya bahan perencanaan. Dalam hal ini biaya bahan perencanaan untuk mengetahui manakah alternatif perencanaan yang paling efisien.

### **3.2.12. Menentukan Alternatif yang Paling Sesuai**

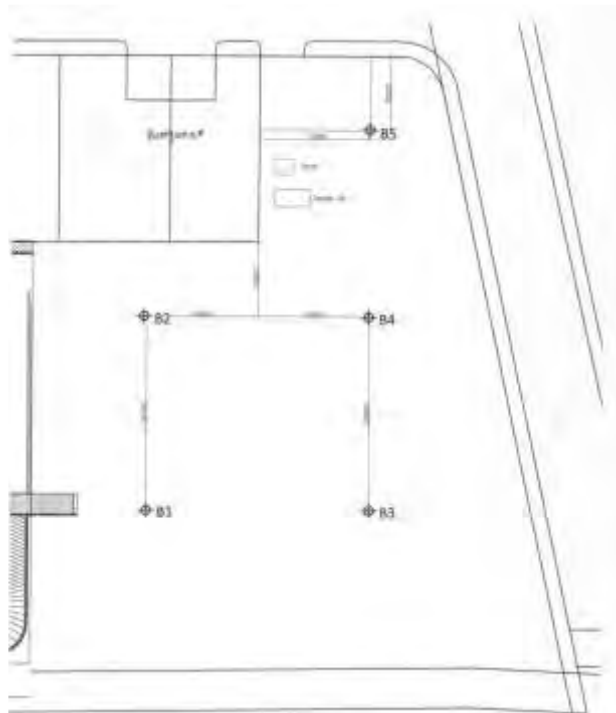
Penentuan alternatif perencanaan dengan material *spun pile* atau *bored pile*-kah yang paling sesuai untuk pembuatan *basement* dan pondasi gedung Spazio Tower.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1. Analisa Data Tanah

Pada lokasi proyek terdapat 5 titik bor seperti yang terlihat pada denah boring Gambar 4.1, yaitu BH-1, BH-2, BH-3, BH-4, dan BH-5. Data tanah tersebut berupa data SPT (*Standard Penetration Test*) sampai kedalaman 60 meter yang akan dilampirkan pada Lampiran 1. Dalam data tanah terlampir dapat dilihat bahwa jenis tanah pada lokasi proyek adalah lempung dan muka air tanahnya sangat dalam, bahkan sampai kedalaman titik bor 60 meter belum ditemukan muka air tanah.



Gambar 4.1 Lokasi Titik Bor

Data tanah pada lokasi proyek tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan parameter tanah yang diperlukan dalam proses perhitungan. Parameter tanah yang diperlukan antara lain  $\gamma$  (berat jenis),  $\phi$  (sudut geser), dan  $C$  (kekuatan geser) yang akan ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Parameter Tanah

	B1				B2				B3				
	Depth (m)	γ (t/m3)	C (t/m2)	φ (°)	Depth (m)	γ (t/m3)	C (t/m2)	φ (°)	Depth (m)	γ (t/m3)	C		
	2	1.652	3.1	0	4	1.657	4	0	4	1.657			
	9	1.655	4.9	0	7	1.672	4.5	0	8	1.674			
	15	1.687	5	0	13	1.692	5.1	0	17	1.703			
	60	1.709	7.9	0	60	1.809	8	0	60	1.817			
B2	B3				B4				B5				
557	C (t/m2)	φ (°)	Depth (m)	γ (t/m3)	C (t/m2)	φ (°)	Depth (m)	γ (t/m3)	C (t/m2)	φ (°)	Depth (m)	γ (t/m3)	C
1.657	4	0	4	1.657	5.2	0	4	1.657	4.6	0	8	1.665	
1.672	4.5	0	8	1.674	3.8	0	8	1.674	4.4	0	12	1.692	
1.692	5.1	0	17	1.703	5.7	0	18	1.705	117	0	18	1.714	
1.809	8	0	60	1.817	7.4	0	60	1.82	10.7	0	60	1.82	
B4			B5										
Depth (m)			γ (t/m3)	C (t/m2)	φ (°)	Depth (m)		γ (t/m3)	C (t/m2)	φ (°)			
0			4	1.657	4.6	0	8		1.665	5.9	0		
0			8	1.674	4.4	0	12		1.692	12.6	0		
0			18	1.705	117	0	18		1.714	6.6	0		
0			60	1.82	10.7	0	60		1.82	8.6	0		

Data SPT (*Standard Penetration Test*) yang didapatkan dari lapangan tidak bisa langsung dipakai untuk perencanaan. Data tersebut harus dikoreksi dahulu. Bazaara (1967) melakukan koreksi nilai  $N_{SPT}$  terhadap muka air tanah dan juga *overburden pressure*.

Koreksi terhadap muka air tanah dilakukan untuk tanah pasir halus, pasir berlanau dan pasir berlempung yang berada di bawah muka air tanah dan hanya bila  $N > 15$ . Jenis tanah di lokasi perencanaan adalah tanah lempung dan muka air tanah tidak ditemukan sampai kedalaman bor (60 meter). Maka, untuk koreksi terhadap muka air tidak perlu dilakukan.

Selanjutnya, tanah dikoreksi terhadap *overburden pressure*. *Overburden pressure* adalah tekanan secara vertikal akibat tanah yang berada di atas titik yang ditinjau. Dengan menggunakan nilai  $\gamma$  yang terdapat di data tanah. Nilai  $\gamma$  yang digunakan untuk menghitung tegangan *overburden* bukan nilai efektif, karena muka air tanah yang tidak ditemukan sampai kedalaman bor. Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai  $N$  yang sudah dikoreksi ( $N_2$ ) pada kedalaman 6,5 meter dari permukaan tanah.

$$\begin{aligned} P_0 &= (\gamma_1 \cdot h_1) + (\gamma_2 \cdot 0,5 \cdot h_2) \\ &= (1,661 \times 6) + (1,69 \times 0,5 \times 0,5) = 10,3885 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Bila  $p_0 \leq 7,5 \text{ ton/m}^2$ , maka:

$$\begin{aligned} N_2 &= \frac{4N_1}{1+0,4p_0} \\ N_2 &= \frac{4 \times 8,75}{1+0,4 \times 10,3885} = 8,167 \end{aligned}$$

$$N_2 \leq 2N_1 \rightarrow 8,167 \leq 2(8,75) \rightarrow 8,167 \leq 17,5 \dots (\text{ok})$$

Apabila nilai  $N_2$  lebih besar dari nilai  $2N_1$  maka yang diambil adalah nilai  $2N_1$ . Berikut adalah perhitungan  $N$  koreksi sampai kedalaman 6,5 meter yang akan disajikan pada Tabel 4.1. Sedangkan perhitungan  $N_{\text{koreksi}}$  untuk semua titik bor dapat dilihat pada Lampiran 5.

Tabel 4.2 Perhitungan  $N_{\text{koreksi}}$ 

Depth (m)	N (blow/ft)	L/P	N <sub>1</sub> -15	N <sub>1</sub> -0.8 N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> -15	$\gamma_{\text{tanah}}$ (t/m <sup>3</sup> )	$p_0$ (ton/m <sup>2</sup> )	N <sub>Cor</sub>	2N	N <sub>Cor</sub>
0.5	1.00	L	1.00	1.00	1.00	1.661	0.415	3.4	2.0	2.0
1.0	2.00	L	2.00	2.00	2.00	1.661	1.246	5.3	4.0	4.0
1.5	3.00	L	3.00	3.00	3.00	1.661	2.076	6.6	6.0	6.0
2.0	4.00	L	4.00	4.00	4.00	1.661	2.907	7.4	8.0	7.4
2.5	4.50	L	4.50	4.50	4.50	1.661	3.737	7.2	9.0	7.2
3.0	5.00	L	5.00	5.00	5.00	1.661	4.568	7.1	10.0	7.1
3.5	5.50	L	5.50	5.50	5.50	1.661	5.398	7.0	11.0	7.0
4.0	6.00	L	6.00	6.00	6.00	1.661	6.229	6.9	12.0	6.9
4.5	6.75	L	6.75	6.75	6.75	1.661	7.059	7.1	13.5	7.1
5.0	7.50	L	7.50	7.50	7.50	1.661	7.890	7.4	15.0	7.4
5.5	8.25	L	8.25	8.25	8.25	1.661	8.720	8.0	16.5	8.0
6.0	9.00	L	9.00	9.00	9.00	1.661	9.551	8.6	18.0	8.6
6.5	8.75	L	8.75	8.75	8.75	1.690	10.389	8.2	17.5	8.2

Dari perhitungan di atas dapat dilihat bahwa kedalaman tanah *stiff*, yaitu saat nilai  $N_{\text{koreksi}} > 10$  adalah -17,5 meter. Maka pemasangan tiang pancang yang direncanakan nanti harus memiliki kedalaman lebih dari -17,5 meter. Berikut adalah geometri tanah untuk BH-1, BH-2, BH-3, BH-4, dan BH-5.



Tabel 4.3 Rekapitulasi Nilai  $N_{\text{koreksi}}$ 

Kedalaman	BH - 1	BH - 2	BH - 3	BH - 4	BH - 5
(m)	N koreksi	N koreksi	N koreksi	N koreksi	N koreksi
0.5	2.000	2.000	1.000	1.500	1.000
1	4.000	4.000	2.000	3.000	2.000
1.5	6.000	6.000	3.000	4.500	3.000
2	7.398	7.362	3.684	5.522	3.691
2.5	7.215	7.575	4.388	5.183	4.398
3	7.074	7.737	4.927	4.923	4.939
3.5	6.964	7.865	5.352	4.719	5.365
4	6.874	7.968	5.696	4.553	5.711
4.5	7.061	7.794	5.200	4.676	5.475
5	7.428	7.909	4.944	4.943	5.442
5.5	8.006	8.233	4.844	5.327	5.575
6	8.561	8.544	4.748	5.696	5.702
6.5	8.161	7.912	5.121	6.050	6.057
7	7.774	7.304	5.480	6.391	6.399
7.5	7.403	6.719	5.825	6.719	6.728
8	7.045	6.155	6.157	7.035	7.044
8.5	7.348	6.476	6.262	6.907	7.350
9	7.641	6.785	6.363	6.785	7.644
9.5	7.924	7.083	6.460	6.666	7.927
10	8.196	7.371	6.554	6.552	8.198
10.5	8.661	7.247	7.048	6.643	7.855
11	9.110	7.126	7.525	6.730	7.524
11.5	9.544	7.010	7.987	6.815	7.204

12	9.965	6.897	8.434	6.897	6.895
12.5	9.806	7.731	9.615	7.166	7.726
13	9.652	8.539	10.752	7.425	8.531
13.5	9.498	11.858	11.851	7.673	9.311
14	9.344	12.753	12.915	7.907	10.067
14.5	9.371	12.496	12.709	8.842	10.268
15	9.398	12.248	12.510	9.747	10.464
15.5	9.423	12.011	12.317	10.624	10.654
16	9.448	11.783	12.129	11.475	10.839
16.5	9.639	12.182	12.279	11.967	11.352
17	9.823	12.567	12.425	12.445	11.851
17.5	10.003	12.938	12.567	12.909	12.335
18	10.177	13.296	12.704	13.360	12.807
18.5	10.659	13.641	12.994	14.111	14.056
19	11.129	13.975	13.276	14.841	15.271
19.5	11.585	14.297	13.550	15.552	16.452
20	12.029	14.609	13.817	16.243	17.601
20.5	12.016	14.192	14.077	15.283	16.474
21	12.003	13.789	14.329	14.348	15.376
21.5	11.991	13.398	14.576	13.439	14.300
22	11.979	13.019	14.816	12.552	13.248
22.5	12.248	13.664	14.065	12.392	12.792
23	12.512	14.290	13.333	12.236	12.347
23.5	12.768	14.897	12.619	12.085	11.914
24	13.018	15.486	11.923	11.936	11.492
24.5	13.262	15.104	11.912	11.792	12.296
25	13.501	14.734	11.902	11.651	13.080

25.5	13.733	14.373	11.893	11.513	13.846
26	13.961	14.023	11.883	11.378	14.593
26.5	13.671	13.982	12.257	12.142	14.679
27	13.389	13.943	12.622	12.887	14.763
27.5	13.113	13.905	12.979	13.616	14.845
28	12.843	13.868	13.328	14.329	14.925
28.5	12.945	14.117	12.815	13.804	14.389
29	13.045	14.360	12.313	13.291	13.864
29.5	13.143	14.596	11.822	12.789	13.351
30	13.239	14.827	11.342	12.297	12.849
30.5	12.631	14.374	11.222	11.933	13.064
31	12.036	13.932	11.105	11.577	13.275
31.5	11.453	13.501	10.990	11.228	13.481
32	10.883	13.079	10.877	10.886	13.682
32.5	11.333	13.056	10.767	11.561	14.219
33	11.775	13.033	10.659	12.223	14.744
33.5	12.207	13.010	10.553	12.871	15.258
34	12.632	12.988	10.450	13.507	15.763
34.5	12.293	12.720	10.240	12.728	14.740
35	11.960	12.457	10.035	11.964	13.737
35.5	11.635	12.200	9.833	11.215	12.753
36	11.315	11.949	9.635	10.480	11.789
36.5	11.209	11.940	10.168	10.589	11.676
37	11.104	11.930	10.690	10.697	11.566
37.5	11.002	11.921	11.203	10.802	11.458
38	10.902	11.912	11.706	10.905	11.352
38.5	10.903	12.017	11.801	11.407	11.650

39	10.904	12.120	11.893	11.900	11.942
39.5	10.906	12.220	11.984	12.384	12.229
40	10.907	12.319	12.073	12.859	12.511
40.5	10.522	12.306	11.293	12.071	11.819
41	10.144	12.294	10.525	11.296	11.139
41.5	9.772	12.282	9.771	10.535	10.471
42	9.407	12.270	9.030	9.787	9.815
42.5	9.514	12.049	9.420	10.171	10.386
43	9.619	11.833	9.804	10.548	10.947
43.5	9.723	11.620	10.181	10.919	11.499
44	9.825	11.411	10.552	11.285	12.042
44.5	9.655	11.408	10.737	11.734	12.395
45	9.487	11.405	10.919	12.176	12.742
45.5	9.322	11.401	11.098	12.611	13.084
46	9.160	11.398	11.274	13.040	13.420
46.5	9.349	11.006	11.272	12.587	12.261
47	9.536	10.620	11.270	12.141	11.121
47.5	9.720	10.241	11.269	11.703	9.999
48	9.901	9.869	11.267	11.271	8.895
48.5	9.741	9.879	11.435	11.354	9.420
49	9.582	9.889	11.601	11.436	9.937
49.5	9.427	9.899	11.764	11.517	10.446
50	9.273	9.908	11.924	11.596	10.948
50.5	9.780	10.464	11.671	11.263	11.442
51	10.279	11.010	11.422	10.935	11.928
51.5	10.770	11.548	11.176	10.612	12.408
52	11.254	12.076	10.935	10.294	12.880

52.5	10.694	11.892	11.095	10.698	13.266
53	10.142	11.711	11.254	11.097	13.645
53.5	9.598	11.532	11.410	11.491	14.020
54	9.062	11.357	11.564	11.878	14.389
54.5	9.076	11.013	11.715	11.795	13.899
55	9.089	10.674	11.865	11.713	13.415
55.5	9.103	10.341	12.012	11.632	12.939
56	9.116	10.013	12.158	11.552	12.469
56.5	9.205	10.103	11.849	11.775	12.685
57	9.293	10.193	11.544	11.995	12.898
57.5	9.379	10.281	11.243	12.212	13.108
58	9.464	10.367	10.946	12.426	13.316
58.5	9.254	10.372	11.314	12.344	13.079
59	9.047	10.377	11.677	12.262	12.846
59.5	8.843	10.382	12.036	12.182	12.616
60	8.641	10.387	12.390	12.103	12.389

Keterangan:

	Soft
	Medium
	Stiff

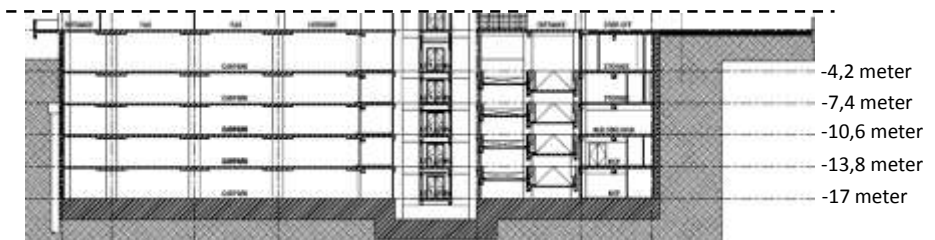
#### 4.2. Analisa Layout dan Pembebanan Gedung Spazio Tower

Layout bangunan dan pembebanan gedung Spazio Tower sangat diperlukan dalam perencanaan agar dapat dipilih metode pelaksanaan serta bahan yang akan digunakan. Layout bangunan gedung Spazio Tower akan dilampirkan dalam bentuk gambar pada Lampiran 2. Dari gambar tersebut dapat dilihat luas

bangunan, denah, kedalaman *basement* yang akan direncanakan, serta letak kolom sehingga dapat ditentukan posisi *soldier pile* sebagai dinding penahan tanah dan pondasi gedung tersebut seperti Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Layout Gedung Spazio Tower (Tampak Atas)



Gambar 4.3 Layout *Basement* Gedung Spazio Tower (Tampak Depan)

Pembebanan struktur atas gedung Spazio Tower didapatkan dari pihak konsultan perencana, Benjamin Gideon *and Associated*. Beban yang didapatkan adalah beban kolom lantai *basement* yang akan dilampirkan pada Lampiran 3.

Pengaruh beban paling kritis akibat arah penerapan gaya pada struktur dianggap terpenuhi jika komponen pondasinya didesain untuk memikul kombinasi beban-beban yang ditetapkan berikut: 100 gaya untuk satu arah ditambah 30 persen gaya untuk arah tegak lurus. Kombinasi yang mensyaratkan kekuatan komponen maksimum harus digunakan (SNI 1726-2012 sub bab 7.5.3). Berikut adalah contoh perhitungan beban menggunakan penjabaran di atas.

Tabel 4.4 Pembebanan Axial Struktur Kolom C1

Kolom	Dead (kN)	ADL (kN)	Live (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)
C1	5236.3	1363.7	1422.5	223.8	57.4

Keterangan:

Dead = Beban mati

ADL = Beban mati tambahan

Live = Beban hidup

Qx = Beban aksial akibat gaya horizontal arah x

Qy = Beban aksial akibat gaya horizontal arah y

$$C1_{(0,3y)} = 5236,3 + 1363,7 + 1422,5 + 223,8 + 0,3 \times (57,4) \\ = 8263,52 \text{ kN (MENENTUKAN)}$$

$$C1_{(0,3x)} = 5236,3 + 1363,7 + 1422,5 + (0,3) \times 223,8 + 57,4 \\ = 8147,04 \text{ kN}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh hasil bahwa  $C1_{(0,3x)}$  lebih besar dari  $C1_{(0,3y)}$ . Maka, kombinasi pembebanan  $C1_{(0,3x)}$  yang dipakai pada perhitungan selanjutnya. Untuk perhitungan beban struktur gedung Spazio Tower selengkapnya akan disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Rekap Pembebanan Struktur Gedung Spazio Tower

No	Kolom	P Axial	Mx	My	Vx	Vy
		ton	ton.m	ton.m	ton	ton
1	C1	842.357	3.491	-1.627	-67.180	1.966
2	C2	1088.897	3.480	0.226	-4.936	1.024
3	C3	1372.895	3.338	6.181	1.224	0.988
4	C4	1441.908	3.104	1.221	0.365	0.842
5	C5	1215.200	3.771	8.483	6.593	1.554
6	C6	1202.585	5.268	4.578	-4.189	3.199
7	C7	1520.166	8.984	4.090	5.674	7.388
8	C8	1245.623	6.909	1.072	1.175	5.214
9	C9	916.810	2.282	3.479	3.230	0.727
10	C10	1005.138	5.890	0.708	-0.782	4.328
11	C11	1260.986	3.593	0.557	-0.722	0.909
12	C12	1597.527	3.198	3.540	0.960	0.647
13	C13	1718.936	3.125	1.227	0.199	0.673
14	C14	1340.834	2.221	-7.345	8.998	-0.431
15	C15	1410.964	3.148	3.244	4.495	0.943
16	C16	1104.543	1.722	1.283	-0.581	0.074
17	C17	574.113	1.344	8.526	-3.699	1.218
18	C18	582.803	1.653	4.637	4.765	1.525
19	C19	1066.313	7.794	1.396	-0.496	6.053
20	C20	1289.733	4.020	-3.722	-4.942	1.142
21	C21	1613.108	3.497	3.873	1.167	0.818
22	C22	1736.392	3.425	1.721	0.229	0.850
23	C23	1669.518	2.964	-0.153	-0.819	0.729
24	C24	984.900	6.183	4.012	-8.833	4.680
25	C25	1413.822	8.401	4.214	8.363	6.144
26	C26	1727.139	3.956	-1.325	0.928	1.018



Tabel 4.5 Rekap Pembebanan Struktur Gedung Spazio Tower (lanjutan)

27	C27	1803.186	3.208	1.985	0.561	0.351
28	C28	1463.164	1.459	-0.317	2.946	-0.960
29	C29	1170.250	11.108	4.246	1.240	8.306
30	C30	1258.249	11.713	4.505	1.562	8.913
31	C31	1152.207	8.051	8.385	4.083	5.995
32	C32	1756.965	5.812	1.623	-3.761	2.332
33	C33	2136.038	4.131	8.139	1.436	0.798
34	C34	1348.493	3.750	3.881	5.535	1.837
35	C35	1964.832	2.075	-0.004	-7.566	-1.737
36	C36	2225.122	1.318	-2.386	4.944	-2.542
37	C37	1281.035	2.938	2.913	4.716	0.828
38	C38	1894.680	5.709	1.794	-7.519	1.911
39	C39	1772.789	4.890	1.568	7.452	1.713
40	C40	1181.774	1.059	3.724	1.701	-1.405
41	C41	1065.138	8.443	3.150	3.938	5.854
42	C42	783.459	8.153	-2.922	-0.790	6.927
43	CA	111.378	-0.749	1.487	-0.749	1.220
44	CB	323.551	-3.085	-1.035	-3.085	-3.833
45	CC	389.592	1.177	0.081	1.177	-5.856
46	CD	388.866	0.790	-0.008	0.790	-5.871
47	CE	266.415	7.719	3.791	7.719	-4.963
48	CF	269.776	-6.104	-3.301	-6.104	-5.114
49	CG	418.577	0.113	-0.699	0.113	-6.585
50	CH	398.840	2.845	0.779	2.845	-6.229
51	CI	298.100	3.559	2.187	3.559	-3.538
52	CJ	386.122	0.269	5.165	0.269	9.383
53	CK	338.224	0.511	1.234	0.511	0.202
54	CL	341.779	0.402	1.265	0.402	0.352
55	CM	432.776	0.435	-2.097	0.435	-7.385

Tabel 4.5 Rekap Pembebanan Struktur Gedung Spazio Tower (lanjutan)

56	SW 1 - 1	1972.129	95.179	223.332	17.525	39.648
57	SW 2 - 1	1446.554	3.829	7.923	-14.432	3.008
58	SW 3 - 1	2747.828	-1.365	46.306	19.437	-2.560
59	SW 3 - 2	2444.588	-1.324	43.963	23.851	-2.315
60	SW 4 - 1	5637.197	2047.810	89.078	-0.902	28.985
61	SW 5 - 1	1693.774	32.307	10.444	6.783	1.986
62	SW 5 - 2	2101.863	35.235	-4.817	-4.998	-3.938

Pembebanan struktur yang dipakai adalah berat total bangunan dari lantai paling atas sampai lantai *basement* dikurangi dengan berat air ( $F_{\text{air}}$ ) karena saat air masuk akan menimbulkan gaya uplift sehingga berat yang seharusnya dipikul tidak sebesar berat total sebenarnya. Selain itu, tanah dianggap mampu menahan beban struktur bangunan karena sudah pernah memikul beban yang lebih besar. Beban tersebut adalah beban akibat berat tanah tergali. Perhitungan  $F_{\text{uplift air}}$  diambil dari elevasi 0 sampai dengan -17 meter.

Berat total struktur gedung Spazio Tower = 80.121,374 ton

$$\begin{aligned}\text{Berat tanah tergali} &= \gamma_{\text{tanah}} \times h_{\text{basement}} \times \text{luas bangunan} \\ &= 1,78 \text{ t/m}^2 \times 17 \text{ m} \times 3.574,692 \text{ m}^2 \\ &= 108.170,171 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Uplift air (} F_{\text{uplift air}} \text{)} &= \gamma_{\text{air}} \times h_{\text{basement}} \times \text{luas bangunan} \\ &= 1 \text{ t/m}^2 \times 17 \text{ m} \times 3.574,692 \text{ m}^2 \\ &= 60.769,76 \text{ ton}\end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat dilihat bahwa berat tanah tergali lebih besar dari pada berat struktur gedung Spazio Tower. Maka, dapat disimpulkan bahwa berat yang dipakai dalam perencanaan pondasi bukan berat total struktur gedung, melainkan berat total struktur dikurangi dengan berat air.

### 4.3. Metode Konstruksi yang Dipakai

Metode konstruksi merupakan proses yang digunakan untuk membuat pelaksanaan proyek menjadi tepat waktu, hemat biaya, dan terarah. Metode konstruksi yang digunakan pada setiap

proyek bisa berbeda karena ditentukan oleh keadaan sekitar proyek yang berkaitan, misalnya luas ruang bebas, akses menuju lokasi, dan lingkungan sekitar proyek.

Dalam pengerjaan *basement*, terdapat 2 metode konstruksi yang dapat dipakai. Metode konstruksi tersebut adalah metode *bottom up* dan metode *top down*. Metode *bottom up* adalah metode pembangunan gedung yang dimulai dari bawah menuju ke atas. Pada metode ini pekerjaan dimulai dengan penggalian *basement* sampai elevasi yang direncanakan, kemudian pekerjaan pondasi, dan dilanjutkan pekerjaan kolom balok dan pelat sampai lantai atas. Sedangkan metode *top down* adalah pelaksanaan pembangunan gedung yang memulai pembangunan dari atas ke bawah. Proses pelaksanaan metode ini diawali dengan memasang dinding diafragma, kemudian pondasi dan *kingpost*, setelah itu pembuatan plat lantai dasar, dan ke bawah *basement* bersamaan dengan galian. Metode ini dilakukan jika pengerjaan dengan metode *bottom up* tidak memungkinkan.

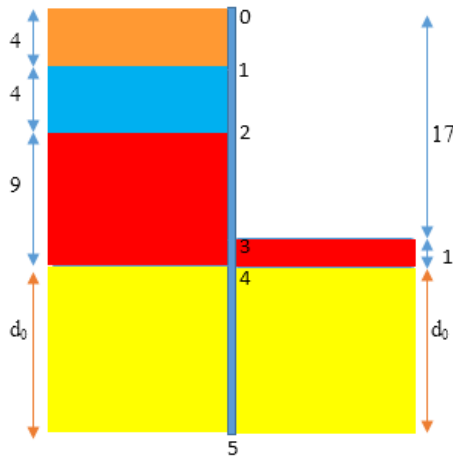
Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini perhitungan dengan kedua metode yang sudah dijelaskan di atas sama-sama dicoba. Dari hasil perhitungan kedua metode tersebut kemudian dipilih metode konstruksi manakah yang paling sesuai.

#### **4.4. Perencanaan *Soldier Pile* sebagai Dinding Penahan Tanah dengan Metode *Bottom Up***

*Soldier pile* akan direncanakan menggunakan tiang pancang diameter 80 cm. Sebelum menghitung kedalaman *soldier pile* yang dibutuhkan, terlebih dahulu dibuat pemodelan interaksi tanah dan dinding pada satu sisi seperti Gambar 4.4. Melalui model tersebut dapat dihitung tekanan tanah aktif dan pasif serta tekanan air tanah yang bekerja pada dinding penahan tanah menggunakan data parameter tanah di Tabel 4.6. Untuk metode *bottom up*, elevasi galian tanah yang digunakan adalah elevasi lantai *basement* terbawah, yaitu -17 meter.

Tabel 4.6. Data Tanah untuk Perhitungan Tekanan Lateral Tanah

Jenis Tanah	Deep Surface (m)		C (ton/m <sup>2</sup> )	$\gamma_{sat}$ (ton/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (ton/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)
	from	to				
Lempung mantap	0	4	4.6	1.657	0.657	0
Lempung mantap	4	8	4.4	1.674	0.674	0
Lempung kaku	8	18	11.7	1.705	0.705	0
Lempung kaku	18	24	10.7	1.82	0.82	0
Lempung kaku	24	60	10.7	1.82	0.82	0



Gambar 4.4 Model Interaksi Dinding Penahan Tanah

#### 4.4.1. Perhitungan Tekanan Lateral Tanah

Perhitungan tekanan lateral tanah pada lapisan tanah lempung menggunakan cara seperti yang ditulis pada sub bab 2.2 sampai dengan 2.4. Berikut adalah contoh perhitungan tersebut untuk BH-4. Perhitungan dengan parameter BH-1, BH-2, BH-3, dan BH-5 akan ditampilkan dalam bentuk tabel.

$$K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\theta}{2} \right) \quad K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\theta}{2} \right)$$

Karena  $\phi = 0^\circ$ , maka  $K_a = K_p = 1$

$$\sigma_{v1} = \gamma'_1 \times 4 \text{ m} = 0,657 \times 4 = 2,628 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma_{h1} \text{ atas} &= \sigma_{v1} \times K_a - 2c\sqrt{K_a} \\ &= 2,628 \times 1 - 2(4,6)(\sqrt{1}) \\ &= -6,572 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{h3} \text{ pasif} &= 4c - \sigma_{v3} \\ &= 4(11,7) - 11,669 \\ &= 35,131 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

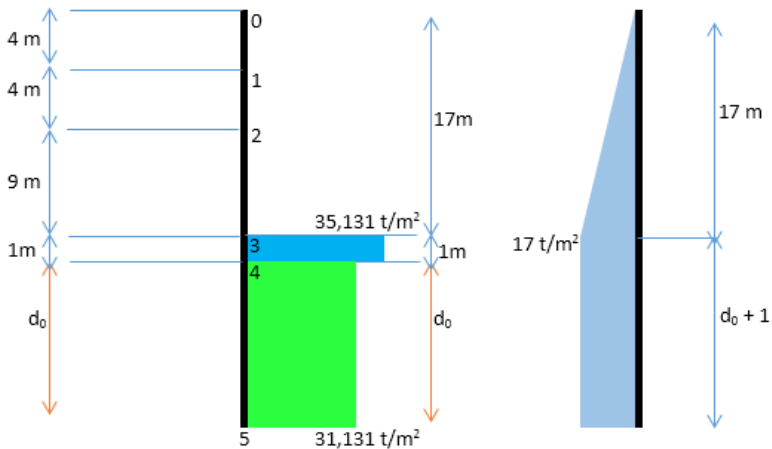
$$\sigma_{v \text{ air } 1} = \gamma_{\text{air}} \times 4\text{m} = 1 \times 4 = 4 \text{ t/m}^2$$

Hasil perhitungan tekanan lateral tanah dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Tekanan Lateral Tanah

	Titik	$K_a$	$K_p$	$\phi$	$c \text{ (t/m}^3\text{)}$	$\sigma_v \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\sigma_H \text{ (t/m}^2\text{)}$
0	bawah	1		0	4.6	0	-9.2
1	atas	1		0	4.6	2.628	-6.572
	bawah	1		0	4.4	2.628	-6.172
2	atas	1		0	4.4	5.324	-3.476
	bawah	1		0	11.7	5.324	-18.076
3	aktif	1		0	11.7	11.669	-11.731
	pasif		1	0	11.7	11.669	35.131
4	pasif		1	0	11.7		31.131

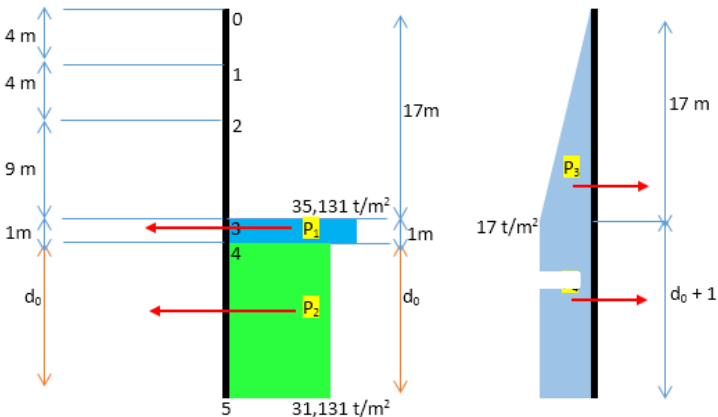
Karena hasil  $\sigma_h$  pada titik 0 sampai dengan 3 aktif itu negatif (-), maka gaya yang terjadi pada titik tersebut dianggap 0. Tanah tidak mempunyai gaya tarik, hanya gaya tekan saja.



Gambar 4.5 Diagram Lateral dan Tekanan Air Tanah

#### 4.4.2. Menentukan Kedalaman *Soldier Pile* sebagai Dinding Penahan Tanah

Dalam menentukan kedalaman dinding penahan tanah, diperlukan perhitungan gaya ( $P$ ) apa saja yang bekerja sebagai gaya aktif dan pasif. Gaya-gaya yang bekerja adalah sebagai berikut:



Gambar 4.6 Gaya Aktif dan Pasif Akibat Tanah dan Air

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 35,131 \times 1 = 35,131 \text{ ton} \\
 P_2 &= 31,131 \times d_0 = 31,131 d_0 \text{ ton} \\
 P_3 &= 0,5 \times 17 \times 17 = 144,5 \text{ ton} \\
 P_4 &= 17 (1 + d_0) = 17 + 17 d_0 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\Sigma M_5 = 0$$

$$\begin{aligned}
 P_1 (0,5 + d_0) + P_2 (0,5 d_0) - P_3 \left( \frac{17}{3} + 1 + d_0 \right) - P_4 (0,5(1 + d_0)) &= 0 \\
 17,566 + 35,131 d_0 + 15,566 d_0^2 - 963,333 - 144,5 d_0 - 8,5 - 17 d_0 - 8,5 d_0^2 &= 0 \\
 7,066 d_0^2 - 126,369 d_0 - 954,267 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d_0 &= 23,605 \text{ m} ; D = 1,2 d_0 = 29 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman dinding} &= 17 + 29 = 46 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Kedalaman Turap

Titik Bor	BH - 1	BH - 2	BH - 3	BH - 4	BH - 5
d0 (m)	98.524	102.742	309.775	23.605	57.010
D (m)	118.229	123.290	371.730	28.326	68.412
Kedalaman Turap (m)	135.229	140.290	388.730	45.326	85.412
	136	141	189	46	86

Perhitungan kedalaman *soldier pile* sebagai dinding penahan tanah dengan menggunakan metode konstruksi *bottom up* ternyata membutuhkan kedalaman tiang yang sangat panjang. Maka dapat disimpulkan bahwa metode konstruksi *bottom up* ini tidak sesuai sehingga diperlukan perhitungan perencanaan *soldier pile* dengan metode konstruksi lain, yaitu metode *top down*. Karena hasil perhitungan kebutuhan turap untuk BH-3 adalah yang terpanjang, maka perencanaan yang dipakai adalah hasil perhitungan dengan menggunakan parameter tanah BH-3. Perencanaan *soldier pile* dengan metode *top down* akan dimodelkan menggunakan program bantu PLAXIS.

#### 4.5. Perencanaan *Soldier Pile* sebagai Dinding Penahan Tanah dengan Metode *Top Down*

Seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab 4.3, dalam perencanaan menggunakan metode konstruksi *top down*, pengerjaan galian dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan *basement*. Penggalan dilakukan per *layer* sesuai kedalaman *basement* tiap lantainya. Saat tanah sudah tergali, *soldier pile* mengalami deformasi akibat tekanan lateral tanah pada tiang. Permodelan dengan program bantu PLAXIS dibuat sesuai dengan urutan pekerjaan yang dilaksanakan (*stage construction*), maka kita dapat merencanakan kedalaman tiang tanpa mengabaikan deformasi yang terjadi pada tiang tersebut. Setelah galian *basement* lantai pertama dilakukan, plat lantai pada *basement* pertama ini mulai dipasang. Plat lantai ini diasumsikan sebagai *strut* yang menahan *soldier pile* sebagai dinding penahan tanah.

Untuk *pre-eliminary design*, perencanaan profil *spun pile* yang dipakai dapat dilihat pada brosur yang akan dilampirkan pada Lampiran 4. Spesifikasi profil yang digunakan adalah sebagai berikut:

Outside diameter (D)	= 800 mm
Wall thickness (T)	= 120 mm
Class	= A1
Concrete cross section	= 2564 cm <sup>2</sup>
Unit weight	= 641 kg/m
Momen crack	= 40,70 tm
Momen ultimate	= 63,60 tm
Allowable axial load	= 415 ton

Parameter tanah yang dimasukkan sesuai dengan kondisi tanah asli di lapangan. Parameter tanah tersebut adalah kedalaman,  $\gamma_{\text{tanah}}$  (berat jenis tanah),  $\phi$  (sudut geser), C (kuat geser), dan E (Modulus Elastisitas). Nilai E (modulus elastisitas) tanah tidak tercantum dalam hasil pengetesan laboratorium yang diperoleh. Maka dari itu, nilai E akan dikorelasikan menggunakan Tabel 2.1 yaitu korelasi  $N_{\text{SPT}}$  dengan modulus elastisitas pada tanah lempung.



Berikut adalah *input* parameter tanah lapisan pertama BH-3 pada program bantu PLAXIS.

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{sat}} &= 1,657 \text{ t/m}^3 &= 16,255 \text{ kN/m}^3 \\ C &= 5,2 \text{ t/m}^2 &= 51,010 \text{ kN/m}^2 \\ \phi &= 0^\circ \\ E &= 3345 \text{ kN/m}^2 \longrightarrow \text{Dari korelasi } N_{\text{SPT}} \text{ (Tabel 2.1)}\end{aligned}$$

General | Parameters | Interfaces

Material set

Identification: 1

Material model: Mohr-Coulomb

Material type: UnDrained

General properties

$\gamma_{\text{unsat}}$  13.550 kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_{\text{sat}}$  16.255 kN/m<sup>3</sup>

Comments

Permeability

$k_x$  : 1.000E-03 m/day

$k_y$  : 1.000E-03 m/day

Gambar 4.7a *Input* Parameter Tanah pada PLAXIS (1)

General | Parameters | Interfaces

Stiffness

$E_{\text{ref}}$  : 3345.000 kN/m<sup>2</sup>

$\nu$  (nu) : 0.350

Strength

$c_{\text{ref}}$  : 51.010 kN/m<sup>2</sup>

$\phi$  (phi) : 0.000 °

$\psi$  (psi) : 0.000 °

Alternatives

$G_{\text{ref}}$  : 1238.721 kN/m<sup>2</sup>

$E_{\text{oed}}$  : 5368.000 kN/m<sup>2</sup>

Velocities

$V_s$  : 29.950 m/s

$V_p$  : 62.340 m/s

Gambar 4.7b *Input* Parameter Tanah pada PLAXIS (2)

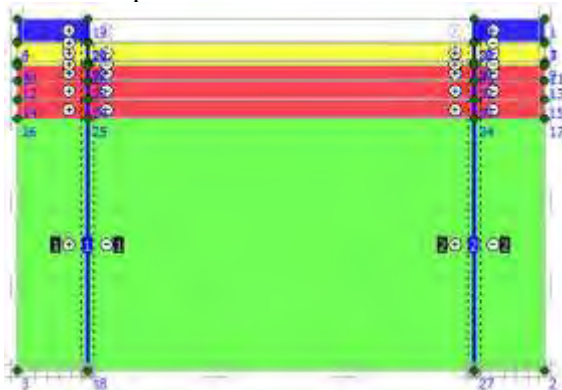
Kedalaman *soldier pile* yang dimodelkan adalah kedalaman maksimal tanah diketahui, yaitu 60 meter, sesuai dengan kedalaman *bor hole*. Akan tetapi kedalaman yang dipakai nantinya bukan 60 meter. Kedalaman yang dipakai adalah kedalaman saat momen pada *soldier pile* = 0. Permodelan dengan program bantu PLAXIS akan dilakukan kembali saat kedalaman dengan momen = 0 diketahui.

#### 4.5.1. Permodelan PLAXIS dengan Kedalaman *Soldier Pile* = 60 meter

Desain *soldier pile* sebagai dinding penahan tanah menggunakan program bantu PLAXIS dilakukan dengan membaginya menjadi 5 kondisi. Kondisi tersebut disesuaikan dengan kedalaman tiap tahap galian *basement*.

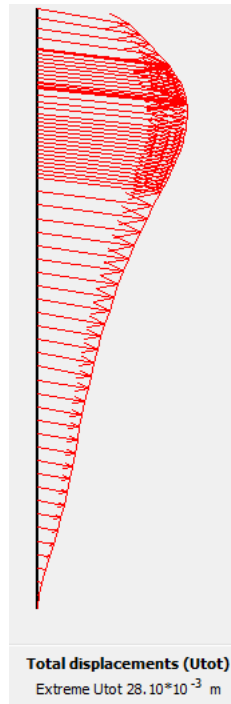
##### 1. Kondisi A

Kondisi ini adalah saat galian mencapai kedalaman -4,2 meter, sesuai dengan kedalaman basement lantai pertama, yaitu lantai Mezanine, dan belum dipasang *strut* sebagai penyangga di elevasi -4,2 meter. *Strut* yang dipakai adalah pelat lantai beton dengan tebal sesuai pelat lantai *basement* tersebut.



Gambar 4.8 Penampang Galian *Soldier Pile* Kondisi A

Hasil analisa yang diperlukan adalah deformasi dinding seperti diagram pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Deformasi *Soldier Pile* pada Kondisi A  
Deformasi *soldier pile* untuk kondisi A adalah  $28,10 \times 10^{-3}$  meter.

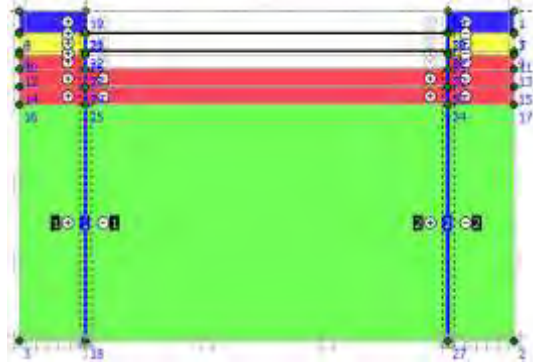
## 2. Kondisi B

Kondisi ini adalah saat galian mencapai kedalaman -7,4 meter, sesuai dengan kedalaman basement lantai kedua, yaitu lantai Lower Ground, dan belum dipasang *strut* sebagai penyangga di elevasi -7,4 meter.



### 3. Kondisi C

Kondisi ini adalah saat galian mencapai kedalaman -10,6 meter, sesuai dengan kedalaman basement lantai ketiga, yaitu Basement 1, dan belum dipasang *strut* sebagai penyangga di elevasi -10,6 meter.



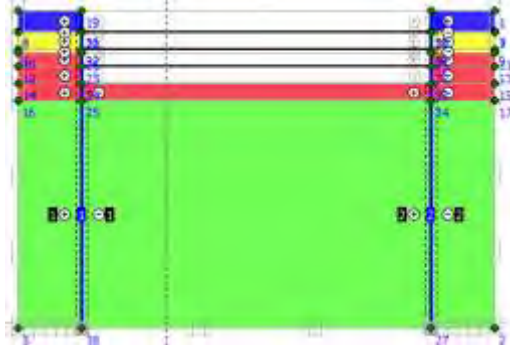
Gambar 4.12 Penampang Galian *Soldier Pile* Kondisi C  
Hasil analisa yang diperlukan adalah deformasi dinding seperti diagram pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Deformasi *Soldier Pile* pada Kondisi C  
Deformasi *soldier pile* untuk kondisi C adalah  $93,64 \times 10^{-3}$  meter.

4. Kondisi D

Kondisi ini adalah saat galian mencapai kedalaman -13,8 meter, sesuai dengan kedalaman basement lantai keempat, yaitu lantai Basement 2, dan belum dipasang *strut* sebagai penyangga di elevasi -13,8 meter.



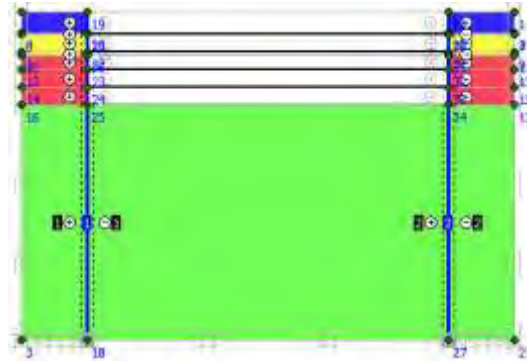
Gambar 4.14 Penampang Galian *Soldier Pile* Kondisi D  
Hasil analisa yang diperlukan adalah deformasi dinding seperti diagram pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Deformasi *Soldier Pile* pada Kondisi D  
Deformasi *soldier pile* untuk kondisi D adalah  $95,52 \times 10^{-3}$  meter.

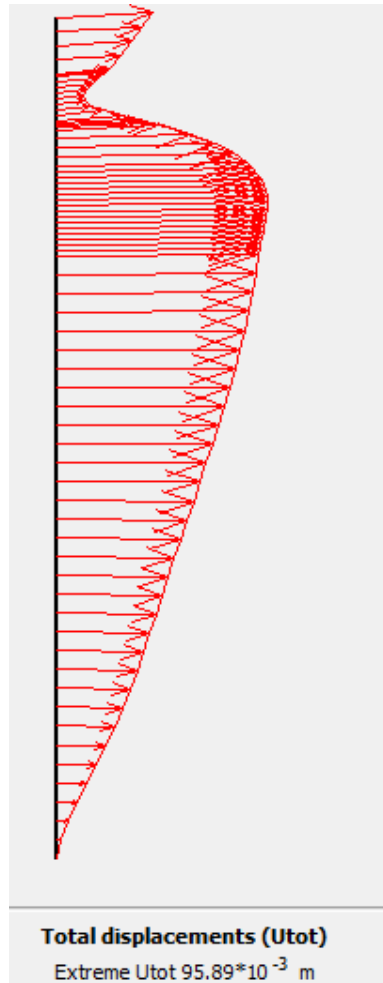
#### 4. Kondisi E

Kondisi ini adalah saat galian mencapai kedalaman -17 meter, sesuai dengan kedalaman basement lantai kelima, yaitu lantai Basement 3, dan belum dipasang *strut* sebagai penyangga di elevasi -17 meter.



Gambar 4.16 Penampang Galian *Soldier Pile* Kondisi E

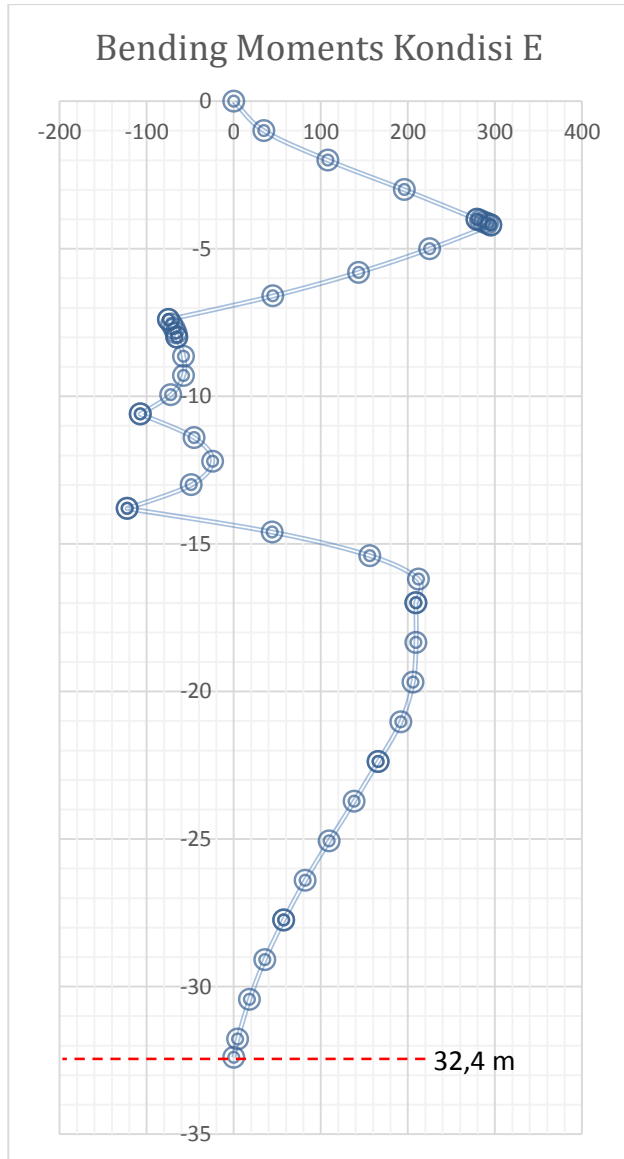
Hasil analisa yang diperlukan adalah deformasi dinding seperti diagram pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Deformasi *Soldier Pile* pada Kondisi E  
Deformasi *soldier pile* untuk kondisi E adalah  $95,89 \times 10^{-3}$  meter.

Dari hasil permodelan program bantu PLAXIS di atas, diperoleh nilai bending momen pada *soldier pile*. Hasil perhitungan tersebut akan ditampilkan pada Gambar 4.18.





Gambar 4.18 Momen yang Terjadi pada *Soldier Pile*

Momen maksimum *soldier pile* untuk kedalaman 60 meter = 295.382 kN.m = 30,11 ton.m.

Hasil analisa Plaxis V8.5 menunjukkan bahwa momen = 0 terjadi di elevasi -32,4 m.

$$d_0 = 32,4 - 17 = 15,4 \text{ m}$$

$$D = 1,2 d_0 = 1,2 \times 15,4 = 18,48 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman Turap} = 18,48 + 17 = 35,48 \text{ m} \approx 36 \text{ m}$$

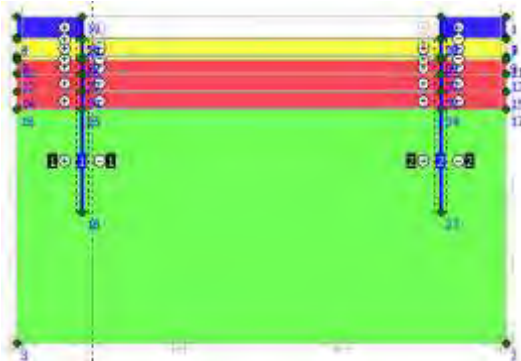
Maka dari itu, permodelan *soldier pile* menggunakan PLAXIS akan dimodelkan kembali dengan kedalaman = 36 meter.

#### 4.5.2. Permodelan PLAXIS dengan Kedalaman *Soldier Pile* = 36 meter

Desain *soldier pile* sebagai dinding penahan tanah menggunakan program bantu PLAXIS dilakukan dengan membaginya menjadi 5 kondisi. Kondisi tersebut disesuaikan dengan kedalaman tiap tahap galian *basement*.

##### 1. Kondisi A

Kondisi ini adalah saat galian mencapai kedalaman -4,2 meter, sesuai dengan kedalaman basement lantai pertama, yaitu lantai Mezanine, dan belum dipasang *strut* sebagai penyangga di elevasi -4,2 meter.



Gambar 4.19 Penampang Galian *Soldier Pile* Kondisi A

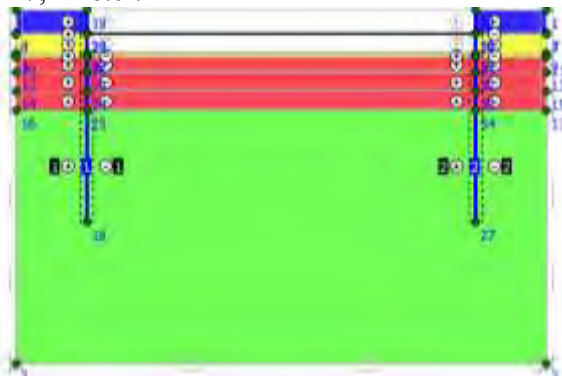
Hasil analisa yang diperlukan adalah deformasi dinding seperti diagram pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Deformasi *Soldier Pile* pada Kondisi A  
Deformasi *soldier pile* untuk kondisi A adalah  $34,94 \times 10^{-3}$  meter.

## 2. Kondisi B

Kondisi ini adalah saat galian mencapai kedalaman -7,4 meter, sesuai dengan kedalaman basement lantai kedua, yaitu lantai Lower Ground, dan belum dipasang *strut* sebagai penyangga di elevasi -7,4 meter.



Gambar 4.21 Penampang Galian *Soldier Pile* Kondisi B

Hasil analisa yang diperlukan adalah deformasi dinding seperti diagram pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Deformasi *Soldier Pile* pada Kondisi B  
Deformasi *soldier pile* untuk kondisi B adalah  $58,44 \times 10^{-3}$  meter.

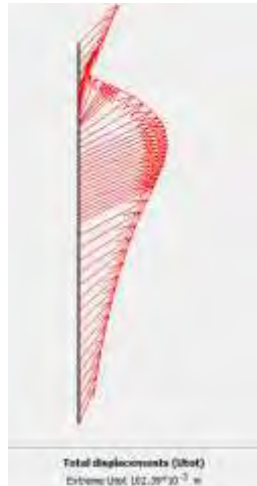
### 3. Kondisi C

Kondisi ini adalah saat galian mencapai kedalaman -10,6 meter, sesuai dengan kedalaman basement lantai ketiga, yaitu lantai Basement 1, dan belum dipasang *strut* sebagai penyangga di elevasi -10,6 meter.



Gambar 4.23 Penampang Galian *Soldier Pile* Kondisi C

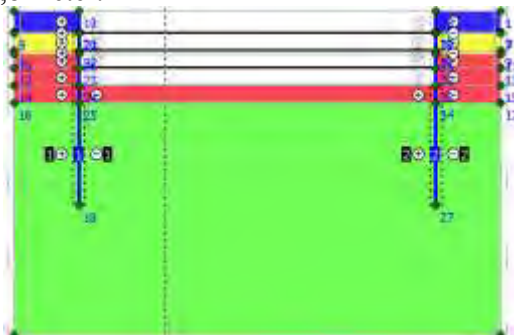
Hasil analisa yang diperlukan adalah deformasi dinding seperti diagram pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Deformasi *Soldier Pile* pada Kondisi C  
Deformasi *soldier pile* untuk kondisi C adalah  $102,39 \times 10^{-3}$  meter.

#### 4. Kondisi D

Kondisi ini adalah saat galian mencapai kedalaman -13,8 meter, sesuai dengan kedalaman basement lantai keempat, yaitu lantai Basement 2, dan belum dipasang *strut* sebagai penyangga di elevasi -13,8 meter.



Gambar 4.25 Penampang Galian *Soldier Pile* Kondisi D

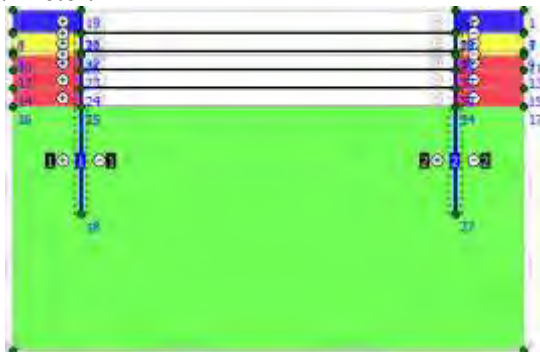
Hasil analisa yang diperlukan adalah deformasi dinding seperti diagram pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Deformasi *Soldier Pile* pada Kondisi D  
Deformasi *soldier pile* untuk kondisi D adalah  $98.59 \times 10^{-3}$  meter.

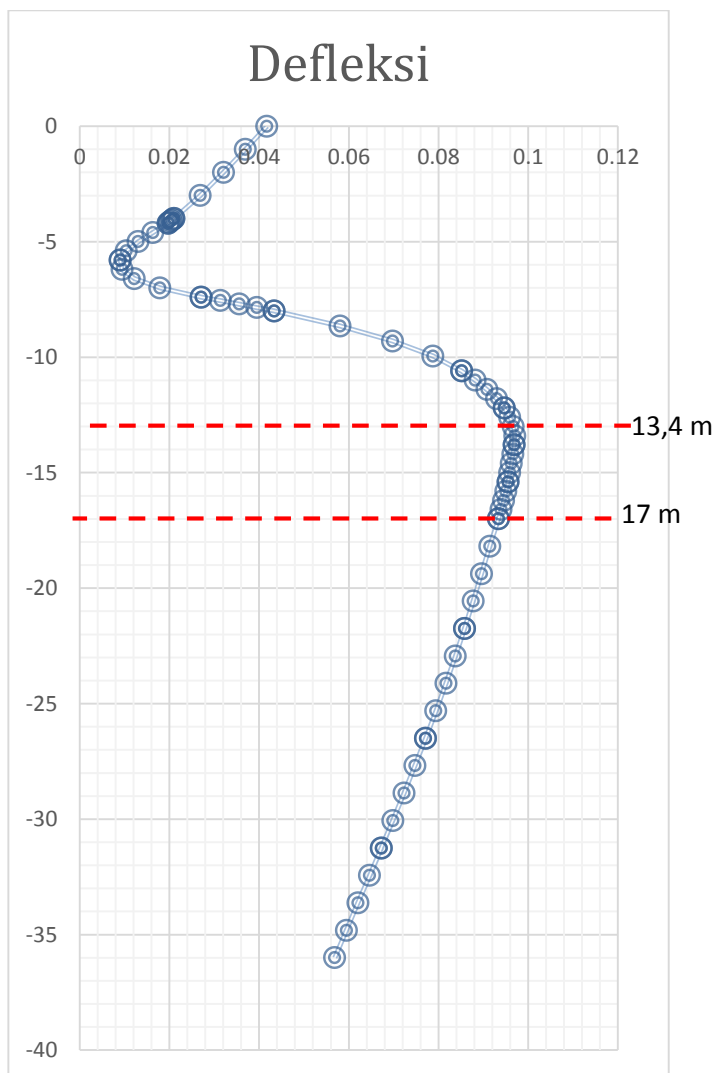
##### 5. Kondisi E

Kondisi ini adalah saat galian mencapai kedalaman -17 meter, sesuai dengan kedalaman basement lantai kelima, yaitu lantai Basement 3, dan belum dipasang *strut* sebagai penyangga di elevasi -17 meter.



Gambar 4.27 Penampang Galian *Soldier Pile* Kondisi E

Hasil analisa yang diperlukan adalah deformasi dinding seperti diagram pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28 Deformasi *Soldier Pile* pada Kondisi E

Deformasi maksimum *soldier pile* untuk kondisi E adalah  $97,13 \times 10^{-3}$  meter.

$$\delta_1 = 97,13 \times 10^{-3} \text{ m}$$

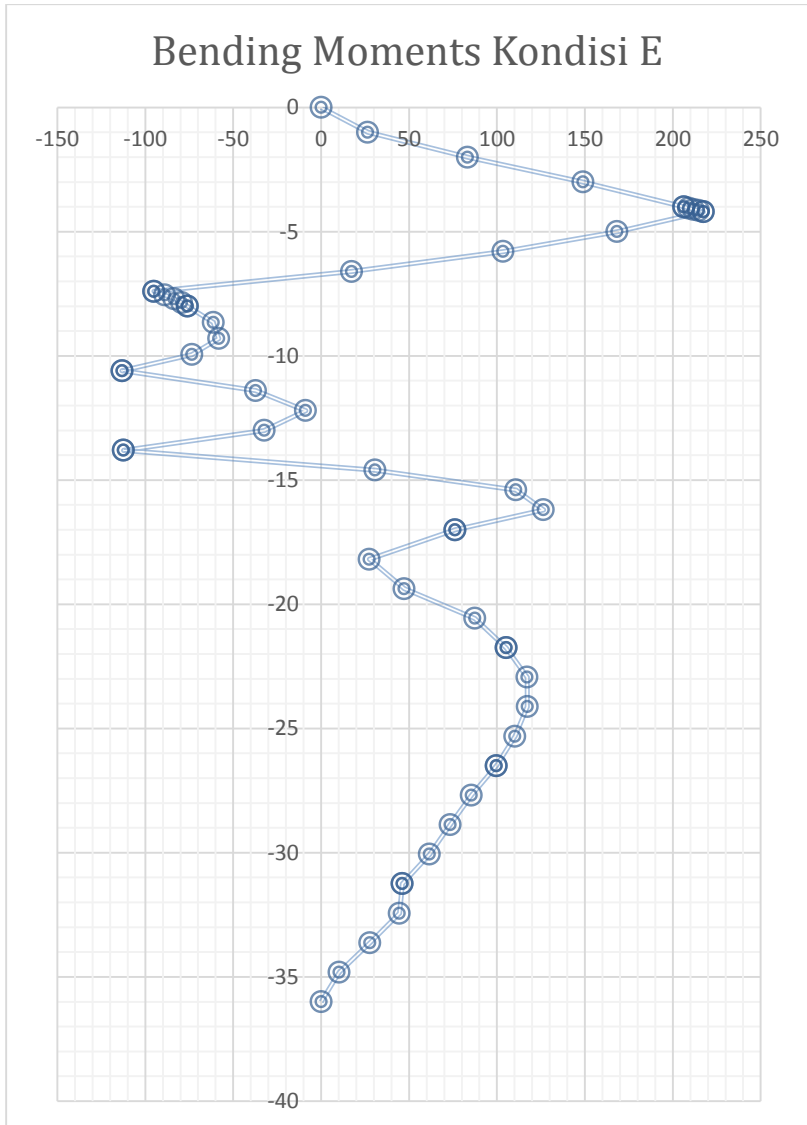
$$\delta_2 = 93 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$L = 17 - 13,4 = 3,6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat} &= \frac{\delta_2 - \delta_1}{L} < 0.00115 \\ &= \frac{97,13 \times 10^{-3} - 93 \times 10^{-3}}{3,6} < 0.00115 \text{ .....(OK)} \end{aligned}$$

Dari hasil permodelan program bantu PLAXIS di atas, diperoleh nilai bending momen pada *spun pile*. Hasil perhitungan tersebut akan ditampilkan dalam bentuk gambar sebagai berikut.





Gambar 4.29 Momen yang Terjadi pada *Soldier Pile* Kedalaman 36 meter

Momen maksimum *soldier pile* kedalam 36 meter adalah 217.427 kN.m = 22,134 ton.m.

Hasil analisa Plaxis V8.5 menunjukkan bahwa momen maksimal yang terjadi adalah 223,91 kNm atau sama dengan 22,83 ton.m.

$$\begin{aligned} \text{Mcrack } spun \text{ pile} &\geq \text{Mbending} \\ 40,70 \text{ ton.m} &\geq 22,164 \text{ ton.m} \dots\dots\dots(\text{OK}) \end{aligned}$$

#### 4.6. Perencanaan Pondasi

Pondasi gedung Spazio Tower direncanakan dengan menggunakan *spun pile* produksi PT. WIKA Beton yang akan dilampirkan pada Lampiran 4. Spesifikasi profil yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Outside diameter (D)} &= 800 \text{ mm} \\ \text{Wall thickness (T)} &= 120 \text{ mm} \\ \text{Class} &= \text{A1} \\ \text{Concrete cross section} &= 2564 \text{ cm}^2 \\ \text{Unit weight} &= 641 \text{ kg/m} \\ \text{Momen crack} &= 40,70 \text{ tm} \\ \text{Momen ultimate} &= 63,60 \text{ tm} \\ \text{Allowable axial load} &= 415 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari spesifikasi profil di atas, didapatkan  $P_{\text{bahan}} = P_{\text{ijin}}$  tiang pancang =  $415 / 2 = 207,5$  ton.

##### 4.6.1. Perhitungan Daya Dukung Aksial Pondasi

Perhitungan daya dukung aksial pondasi menggunakan cara seperti yang sudah tertera pada sub bab 2.2. Berikut ini adalah contoh perhitungan daya dukung aksial pondasi pada elevasi -7 meter untuk tiang pancang dengan diameter 80 cm.

$$\begin{aligned} \bar{N}_{-7\text{m}} &= \text{rata-rata } N_{-1\text{m}} \text{ sampai dengan } N_{-9,5\text{m}} \\ &= 5,025 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{ujung}} &= 40 \times \bar{N}_{-7\text{m}} \times 0,25 \times \pi \times (\text{diameter pile})^2 \\ &= 40 \times 5,025 \times 0,25 \times \pi \times (0,8)^2 \\ &= 101,036 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$F_{\text{si}} = N_{-7\text{m}} / 2 \longrightarrow \text{untuk tanah lempung}$$

$$\begin{aligned}
 &= 5,48 / 2 \\
 &= 2,74 \\
 R_{si} &= 0 \quad \longrightarrow \text{karena kedalaman basement} = -17\text{m,} \\
 \Sigma R_{si} &= 0 \quad \text{maka daya lekat tiang sampai } -17\text{m} = 0 \\
 Q_{ult} &= Q_{ujung} + \Sigma R_{si} \\
 &= 101,036 + 0 \\
 &= 101,036 \text{ ton} \\
 Q_{ijin} &= Q_{ult} / SF \quad \longrightarrow SF = 3 \\
 &= 101,036 / 3 \\
 &= 33,679 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan daya dukung aksial pondasi untuk seluruh kedalaman bor hole akan disajikan dalam bentuk tabel di Lampiran 5.

Tiang pancang direncanakan masuk sampai elevasi -40 meter. Daya dukung tiang pancang untuk kedalaman 40 meter diambil dari daya dukung terendah, yaitu BH-3 dengan nilai  $Q_{ijin}=187,341$  ton. Karena  $P_{ijin} \text{ bahan} \geq Q_{ijin} \text{ tanah}$ , maka *spun pile* tipe A1  $\phi 80$  cm dapat digunakan dalam perencanaan.

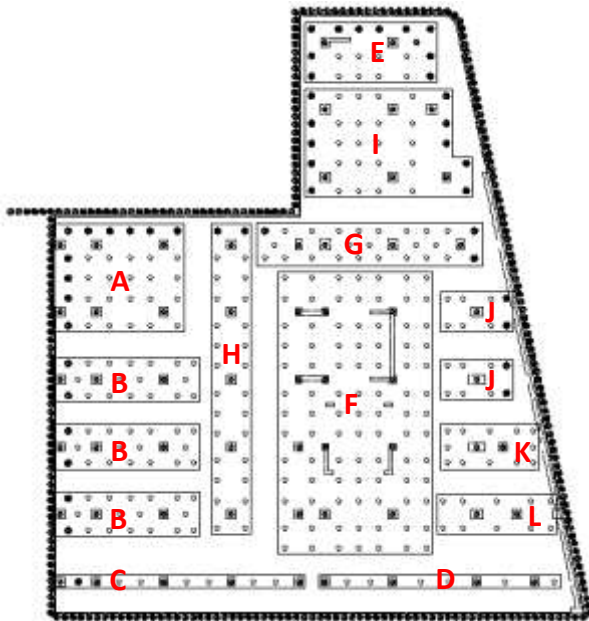
$$\begin{array}{rcl}
 P_{ijin} \text{ bahan} & \geq & Q_{ijin} \text{ tanah} \\
 207,5 \text{ ton} & \geq & 187,341 \text{ ton}
 \end{array}$$

#### 4.6.2. Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok

Cara mengetahui jumlah tiang pancang yang dibutuhkan dalam satu kolom adalah dengan membagi beban aksial dan daya dukung ijin satu tiang.

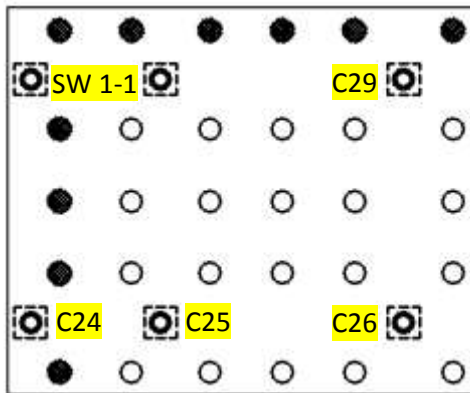
$$n = \frac{P_n}{P_{ijin}}$$

Terdapat beberapa tipe susunan tiang pancang berdasarkan kolom yang dipikulnya seperti pada Gambar 4.30. Tiang pancang dikelompokkan dalam grup karena jarak kolom yang terlalu jauh. Tebal poer yang direncanakan pada tiang pancang group sebesar 2 meter sesuai kondisi eksisting proyek saat ini.



Gambar 4.30 Pengelompokan Tiang

Berikut ini adalah contoh perhitungan kebutuhan *spun pile* untuk Tipe A.



Gambar 4.31 Pengelompokan Tipe A

$$\begin{aligned}
 \text{SW1-1} &= 19346,59 \text{ kN} \\
 \text{C24} &= 9828,4 \text{ kN} \\
 \text{C25} &= 13955,2 \text{ kN} \\
 \text{C26} &= 16948,9 \text{ kN} \\
 \text{C29} &= 11670,9 \text{ kN} \\
 \hline
 \text{Total} &= 71749,99 \text{ kN} + \\
 &= 7313,964 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Beban aksial yang dipakai adalah beban kolom yang dipikul dikurangi  $F_{\text{air}}$  ditambah berat *pile cap* ( $P_{\text{pile}}$ ).

$$\begin{aligned}
 P_{\text{kolom}} &= 7313,964 \text{ ton} \\
 F_{\text{air}} &= 3690,36 \text{ ton} \\
 P_{\text{pile cap}} &= 1041,984 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } P_n &= 7313,964 - 3690,36 + 1040,984 \\
 P_n &= 4665,588 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{ijin}} &= \text{Daya dukung aksial pondasi di kedalaman -40m.} \\
 &= 187,341 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{P_n}{P_{\text{ijin}}} \\
 &= 4665,588 / 187,341 \\
 &= 24,904 \approx 30 \text{ tiang}
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung daya dukung aksial pondasi kelompok harus dikoreksi terlebih dahulu dengan koefisien efisiensi (Ef). Efisiensi daya dukung pondasi kelompok menurut Seiler-Keeney (1944) adalah sebagai berikut.

$$\text{Ef} = \left[ 1 - \frac{36 S}{(75 S^2 - 7)} \left( \frac{m+n-2}{m+n-1} \right) \right] + \frac{0,3}{m+n}$$

Dimana :

D = diameter tiang pancang

S = jarak antar tiang pancang

m = jumlah baris tiang pancang dalam group

n = jumlah kolom tiang pancang dalam group

Hasil perhitungan efisiensi daya dukung tiang dalam grup akan ditunjukkan pada Tabel 4.6.

$$Q_L (\text{group}) = Q_L (1 \text{ tiang}) \times n \times Ef$$

Hasil dari  $Q_L (\text{group}) > P$  yang terjadi (OK). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.9 Efisiensi Tiang Dalam Grup

tipe	m	n	S (m)	D (m)	efisiensi
A	6	5	2.5	0.8	0.852
B	3	7	2	0.8	0.812
C	1	7	2.5	0.8	0.870
D	1	6	2.5	0.8	0.880
E	3	6	2.5	0.8	0.863
F	13	7	2.5	0.8	0.830
G	3	10	2.5	0.8	0.844
H	3	14	2.5	0.8	0.835
I	5	7	2.5	0.8	0.848
J	2	4	2.5	0.8	0.894
K	3	5	2	0.8	0.827
L	2	5	2.5	0.8	0.880

Keterangan:

m = kolom

n = baris

S = jarak antar tiang pancang

D = diameter tiang pancang

Tabel 4.10 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Grup

TYPE	P (axial) (ton)	Dimensi pile cap t (m)	Luas (m2)	Berat Pile Cap (ton)	F uplift air (ton)	Pn (ton)	Efisiensi n	QL group (ton)	Syarat QL grup > Pu
A	7313.964	2	169.65	1041.984	3690.36	4665.588	0.852	30 4787.611	OK
B	3980.714	2	91	489.216	1732.64	2737.290	0.812	18 2738.176	OK
C	1487.003	2	50.08	240.384	851.36	876.027	0.870	7 1141.475	OK
D	1387.390	2	48.28	231.744	820.76	798.374	0.880	6 989.646	OK
E	3355.881	2	123	590.4	2091	1855.281	0.863	18 2909.435	OK
F	21208.308	2	339.66	3244.032	11489.28	12963.060	0.830	91 14155.795	OK
G	5703.007	2	151.74	728.352	2579.58	3851.779	0.844	25 3954.810	OK
H	7979.521	2	193	926.4	3281	5624.921	0.835	36 5630.920	OK
I	10868.318	2	259.06	1243.488	7839.1556	3772.650	0.848	30 4764.879	OK
J	1671.794	2	45	216	765	1122.794	0.894	8 1339.970	OK
K	2534.067	2	68.88	330.624	1170.96	1693.731	0.827	12 1858.882	OK
L	2194.536	2	75	360	1275	1279.536	0.880	10 1649.409	OK

Keterangan:

$P_{axial}$  = beban aksial

$F_{uplift\ air}$  = berat air

$P_n = P_{axial} - P_{air}$

n = jumlah tiang pancang

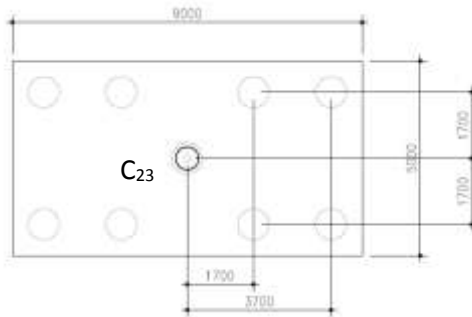
$Q_{L\ group}$  = kemampuan tiang dalam grup

#### 4.6.3. Kontrol Beban Maksimum 1 Tiang

Beban maksimum yang bekerja pada satu tiang dalam tiang kelompok dihitung berdasarkan gaya aksial dan momen yang bekerja pada tiang. Momen pada tiang dapat menyebabkan gaya tekan atau tarik pada tiang, namun yang diperhitungkan hanya gaya tekan karena gaya tarik dianggap lebih kecil dari beban gravitasi struktur, sehingga berlaku persamaan :

$$P_{max} = \frac{V}{n} + \frac{M_y \cdot X_{max}}{\Sigma X^2} + \frac{M_x \cdot Y_{max}}{\Sigma Y^2} \leq P_{ijin} \text{ (1 tiang)}$$

Kontrol dilakukan pada tiap jenis susunan tiang pancang. Dimana  $P_{ijin} = 187,341$  ton (daya dukung aksial pondasi  $\phi 80$ ). Contoh perhitungan beban maksimum 1 tiang untuk tipe J adalah sebagai berikut:



Gambar 4.32 Jarak Kolom Dan Tiang Pancang untuk Tipe J

$n$	$= 8$
$\Sigma X^2$	$= 466,56 \text{ m}$
$\Sigma Y^2$	$= 184,96$
$V$	$= 16400,3 \text{ kN} = 1671,794 \text{ ton}$
$M_y$	$= 0.152905 \text{ tm}$
$M_x$	$= 2.964322 \text{ tm}$
$X_{max}$	$= 3,7 \text{ m}$
$Y_{max}$	$= 1,7 \text{ m}$
$F_{air}$	$= 765 \text{ ton}$











Tabel 4.21 Tiang Pancang Grup Tipe K

K							
n=	12						
P air =	1170.96	ton					
$\Sigma X=$	45.5	$\Sigma X^2=$	2070.25				
$\Sigma Y=$	20	$\Sigma Y^2=$	400				
Nama	Pu (kN)	Pu (ton)	My (tm)	Mx (tm)	Xmax (m)	Ymax (m)	Pmax (ton)
C15	13899.8	1416.901	3.243629	3.147808	5.35	2	118.0992148
C16	10959.4	1117.166	1.283384	1.721713	5.35	2	93.10910487
Pmax 1 tiang =							113.6283196

Tabel 4.22 Tiang Pancang Grup Tipe L

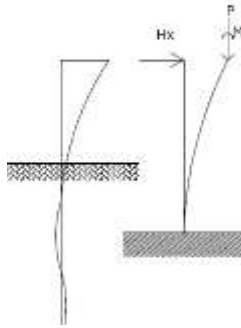
L							
n=	10						
P air =	1275	ton					
$\Sigma X=$	43.6	$\Sigma X^2=$	1900.96				
$\Sigma Y=$	17	$\Sigma Y^2=$	289				
Nama	Pu (kN)	Pu (ton)	My (tm)	Mx (tm)	Xmax (m)	Ymax (m)	Pmax (ton)
C8	12284.8	1252.273	1.072375	6.909276	6.7	1.7	125.2717415
C9	9243.6	942.263	3.479103	2.282365	6.7	1.7	94.25198759
Pmax 1 tiang =							92.02372908

Tabel 4.23 Kontrol Beban Maksimum 1 Tiang

Tipe	P max (ton)	P ijin (ton)	Kontrol
A	120.982	187,341	OK
B	124.944	187,341	OK
C	90.816	187,341	OK
D	94.453	187,341	OK
E	70.330	187,341	OK
F	132.074	187,341	OK
G	128.896	187,341	OK
H	130.526	187,341	OK
I	84.321	187,341	OK
J	113.378	187,341	OK
K	113.628	187,341	OK
L	92.024	187,341	OK

Gambar titik rencana pondasi dapat dilihat pada Lampiran 2.

#### 4.6.4. Kontrol Kekuatan Tiang Terhadap Gaya Lateral



Gambar 4.33 Diagram Gaya Lateral Tiang Pondasi

Defleksi tiang pancang akibat gaya lateral dikontrol terhadap arah x dan arah y.

##### 1. Kontrol Defleksi Tiang Pancang Terhadap Sumbu X

$$P_{\text{lateral}} = 320978,6 \text{ kg}$$

$$n = 335$$

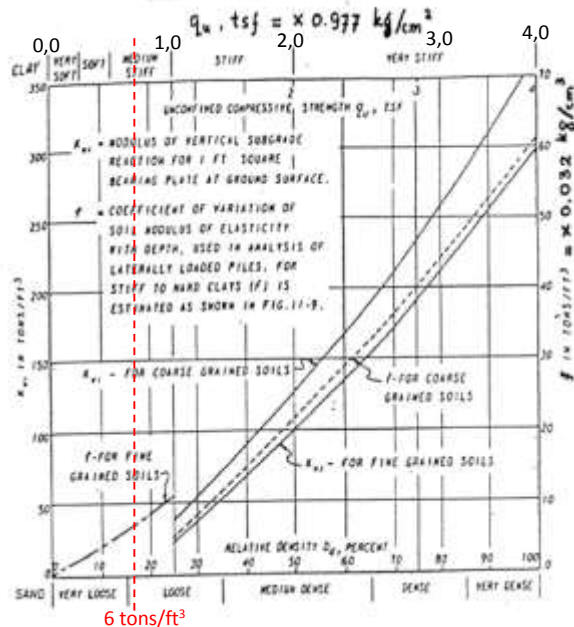
$$P = \frac{P_{\text{lateral}}}{n}$$

$$= 958,145 \text{ kg}$$

$$C_u = 0,31 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = 2 \times C_u = 0,62 \text{ kg/cm}^2 = 0,635 \text{ tons/ft}^2$$

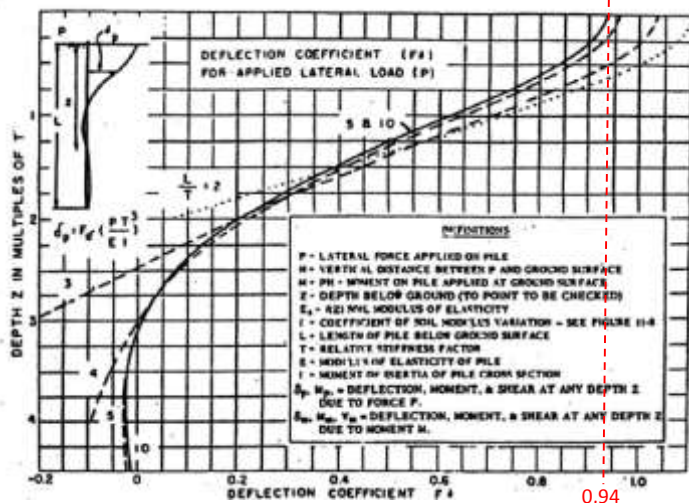
Dari nilai  $q_u$ , kemudian dicari nilai  $f$  dari grafik berikut.



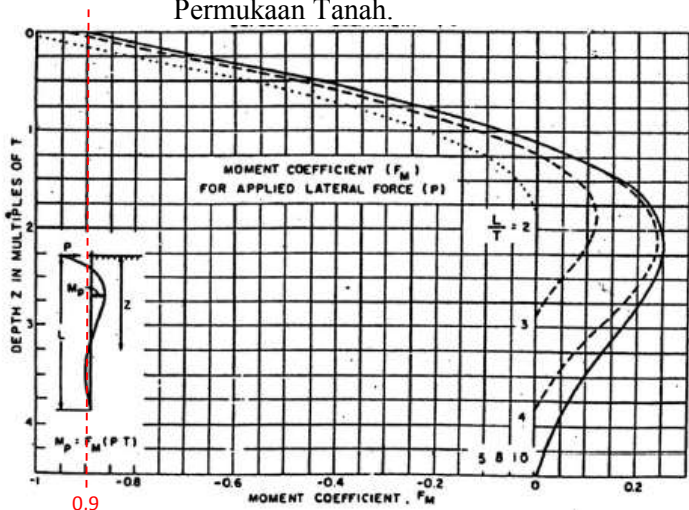
Gambar 4.34 Koefisien Variasi (F) untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral

$$\begin{aligned}
 f &= 6 \text{ tons/ft}^3 = 0,192 \text{ kg/cm}^3 \\
 f'c &= 41,5 \text{ Mpa} \\
 E &= 4700 \sqrt{f'c} = 308640.5 \text{ kg/cm}^2 \\
 I &= 2009601 \text{ cm}^4 \\
 T &= 317,579 \text{ cm} = 3,176 \text{ m} \\
 L &= 40 \text{ m} \\
 L/T &= 12,595
 \end{aligned}$$

Dari nilai  $L/T$ , kemudian dicari nilai  $F_d$  dan  $F_m$  dari grafik berikut.



Gambar 4.35 Koefisien  $F_d$  untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral dengan Poer Kaku Menempel Di Atas Permukaan Tanah.



Gambar 4.36 Koefisien  $F_m$  untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral dengan Poer Kaku Menempel Di Atas Permukaan Tanah.



$$F_d = 0,94$$

$$F_m = 0,9$$

$$\begin{aligned} dp &= F_d \left( \frac{P T^3}{EI} \right) \\ &= 0,94 \times \left( \frac{1103,019 \times 317,601^3}{308640,5 \times 2009601} \right) \\ &= 0,0465 \text{ cm} \leq 2,5 \text{ cm} \dots\dots(\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_p &= F_m (P \times T) \\ &= 0,9 (958,1451 \times 317,601) \\ &= 2738584 \text{ kg.cm} \\ &= 2.739 \text{ tm} \leq M_{\text{crack}} = 40,7 \text{ tm} \dots(\text{OK}) \end{aligned}$$

## 2. Kontrol Defleksi Tiang Pancang Terhadap Sumbu Y

$$P_{\text{lateral}} = 250464,8 \text{ kg}$$

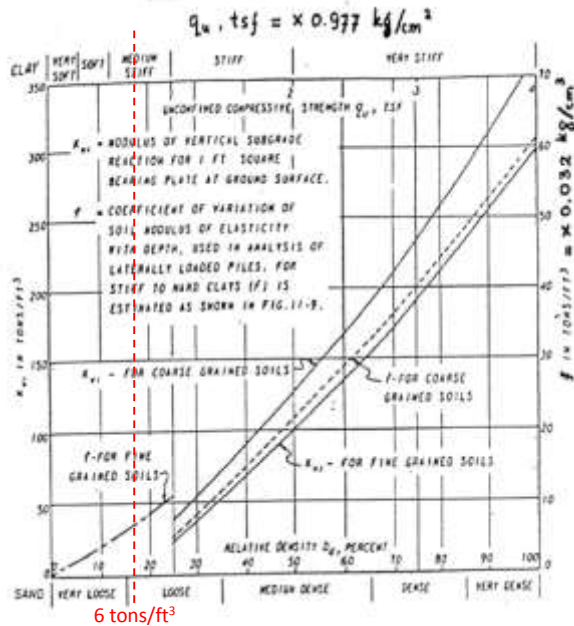
$$n = 335$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{P_{\text{lateral}}}{n} \\ &= 747.656 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$C_u = 0,31 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = 2 \times C_u = 0,62 \text{ kg/cm}^2 = 0,635 \text{ tons/ft}^2$$

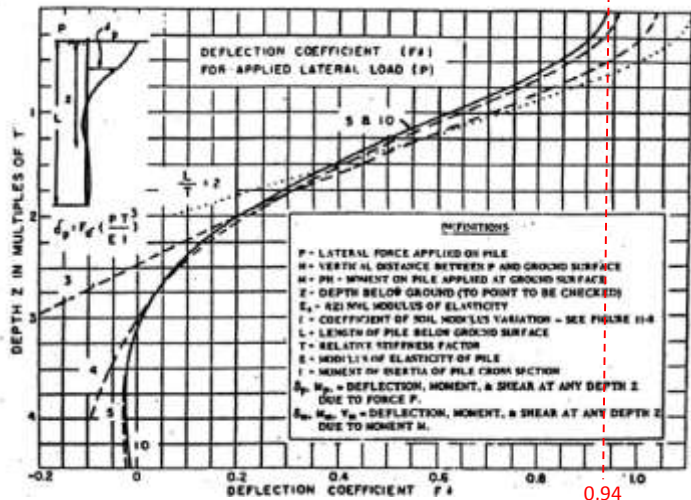
Dari nilai  $q_u$ , kemudian dicari nilai  $f$  dari grafik berikut.



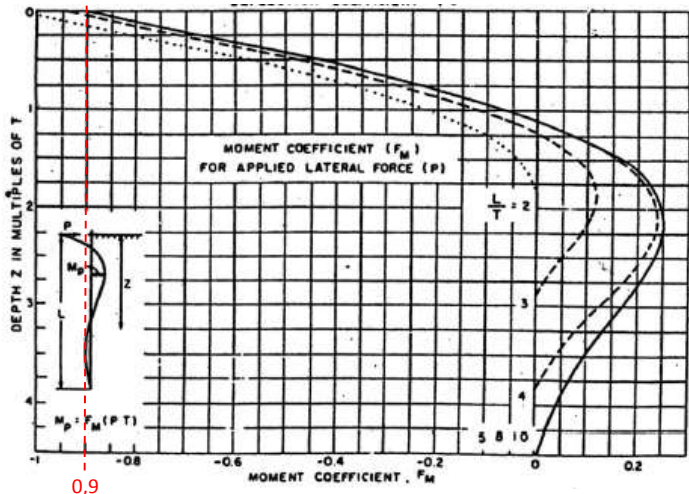
Gambar 4.37 Koefisien Variasi (F) untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral

$$\begin{aligned}
 f &= 6 \text{ tons/ft}^3 = 0,192 \text{ kg/cm}^3 \\
 f'_c &= 41,5 \text{ Mpa} \\
 E &= 4700 \sqrt{f'_c} = 308640.5 \text{ kg/cm}^2 \\
 I &= 2009601 \text{ cm}^4 \\
 T &= 317,5794 \text{ cm} = 3,176 \text{ m} \\
 L &= 40 \text{ m} \\
 L/T &= 12,595
 \end{aligned}$$

Dari nilai  $L/T$ , kemudian dicari nilai  $F_d$  dan  $F_m$  dari grafik berikut.



Gambar 4.38 Koefisien  $F_d$  untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral dengan Poer Kaku Menempel Di Atas Permukaan Tanah.



Gambar 4.39 Koefisien  $F_m$  untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral dengan Poer Kaku Menempel Di Atas Permukaan Tanah.

$$F_d = 0,94$$

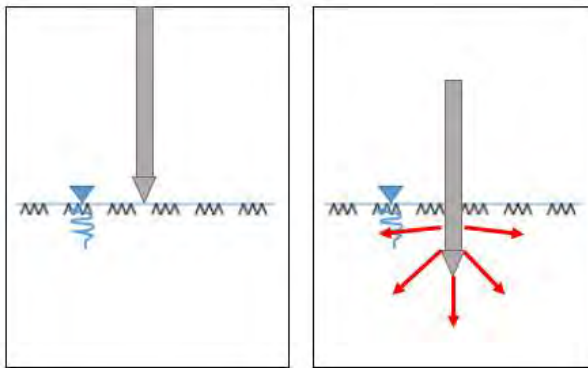
$$F_m = 0,9$$

$$\begin{aligned} dp &= F_d \left( \frac{P T^3}{E I} \right) \\ &= 0,94 \times \left( \frac{747,6562 \times 317,579^3}{308640,5 \times 2009601} \right) \\ &= 0,0363 \text{ cm} \leq 2,5 \text{ cm} \dots\dots(\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_p &= F_m (P \times T) \\ &= 0,9 (747,656 \times 317,579) \\ &= 213696,2 \text{ kg.cm} \\ &= 2,137 \text{ m} \leq M_{\text{crack}} = 40,7 \text{ tm} \dots(\text{OK}) \end{aligned}$$

#### 4.7. Analisa Penyebab Keretakan pada Bangunan Sekitar dan Solusinya

Menurut perhitungan yang sudah dilakukan sebelumnya, perencanaan *soldier pile* dan pondasi dengan menggunakan *spun pile*  $\phi 80\text{cm}$  sudah memenuhi syarat-syarat yang ada. Jadi, penyebab keretakan bangunan sekitar gedung Spazio Tower bukan karena kesalahan perhitungan. Penyebab keretakan tersebut adalah karena adanya desakan air saat tiang pancang dimasukkan seperti ilustrasi pada Gambar 4.40.



Gambar 4.40 Ilustrasi Desakan Tanah Akibat Air

Untuk menghindari terjadinya keretakan bangunan sekitar seperti penjabaran di atas, maka ditawarkan beberapa cara sebagai berikut:

1. Mengganti penggunaan *spun pile* dengan *bored pile*.

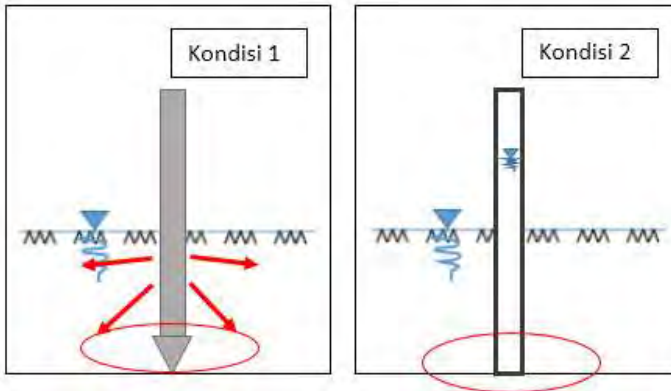
Perbedaan antara pondasi tiang bor (*bored pile*) dengan pondasi tiang pancang (*spun pile*) terletak pada metode konstruksinya. Secara umum, *bored pile* merupakan pondasi yang dikonstruksi dengan cara mengecor beton segar ke dalam lubang yang telah dibor sebelumnya. Tulangan baja dimasukkan ke dalam lubang bor sebelum pengecoran beton. Desakan atau getaran yang ditimbulkan dari alat bor relatif lebih kecil dibandingkan dengan alat pancang. Tetapi penggunaan *bored pile* juga memiliki beberapa kerugian. Kerugian tersebut adalah harga pembuatan *bored pile* lebih mahal dibandingkan dengan pondasi tiang pancang *precast* atau *spun pile*. Karena *spun pile* dibuat di pabrik, maka mutunya sudah teruji. Sedangkan *bored pile* rentan mengalami kesalahan karena pembuatannya yang langsung di lapangan.

2. Melakukan pengeboran sebelum proses pemancangan dilakukan.

Sebelum *spun pile* dengan diameter 80cm dimasukkan, pengeboran pada titik rencana dilakukan terlebih dahulu untuk mengurangi desakan yang terjadi. Pengeboran dilakukan dengan diameter yang lebih kecil dari *spun pile* yang dipakai.

3. Melakukan pemotongan pada sepatu tiang pancang

Seperti yang sudah dijelaskan pada 4.8, desakan yang terjadi adalah akibat air. Maka untuk menghindari hal tersebut, pemotongan sepatu tiang perlu dilakukan. Hal ini dilakukan agar air dapat masuk ke lubang tiang sehingga tidak mendesak ke samping-samping tanah seperti yang ada pada ilustrasi gambar berikut.



Gambar 4.41 Ilustrasi Pematangan Sepatu Tiang Pancang

Pada kondisi 1, *Spun pile* masih tertutup sehingga air tidak mempunyai jalan untuk keluar, lalu akhirnya mendesak tanah di sekitarnya, dan kemudian desakan tersebut menimbulkan keretakan bangunan sekitar proyek. Sedangkan pada kondisi 2, air dapat masuk ke *spun pile* yang lubang sehingga tidak mendesak tanah di sekitarnya. Tetapi lubang tetap harus dipantau sampai ke  $N_{SPT} \geq 10$  karena tanah yang lunak akan mengisi lubang tempat air tersebut sehingga tetap menyebabkan desakan hebat. Maka dari itu pengeboran di dalam lubang tetap harus dilakukan sampai tanah mulai *stiff* karena pada lapisan *stiff clay* umumnya tidak terjadi desakan hebat secara lateral.

#### 4.8. Perencanaan *Bored pile*

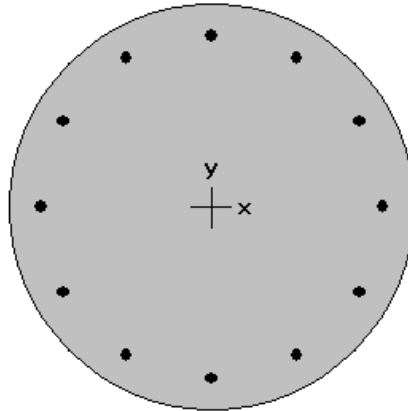
*Bored pile* direncanakan memiliki diameter, *allowable axial load*, dan momen *ultimate* yang sama dengan *spun pile* yang dipakai dalam perencanaan sebelumnya. Perencanaan *bored pile* hanya dijadikan alternatif pondasi untuk menghindari keretakan bangunan sekitar akibat proses pemancangan yang sudah dibahas pada sub bab 4.8.1.

*Bored pile* direncanakan menggunakan program bantu PCACol dengan spesifikasi sebagai berikut.

$$f'_c = 41,5 \text{ Mpa}$$

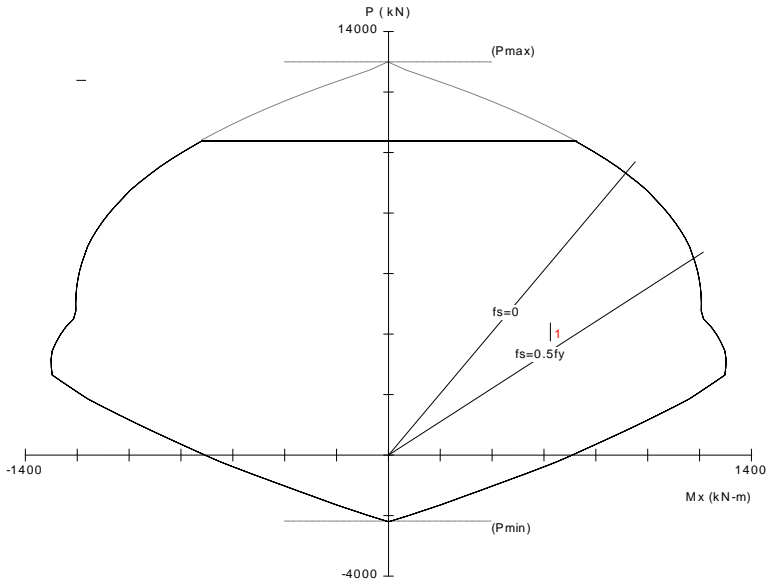
$$\begin{aligned} P_{\text{allow}} &= 415 \text{ ton} \\ M_{\text{ultimate}} &= 63,60 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

Berikut adalah output dari program bantu PCACol.



**800 mm diam.**  
**1.22% reinf.**

Gambar 4.42 Output Program Bantu PCACol (1)



Gambar 4.43 Output Program Bantu PCACol (2)

Dari hasil Sp Coloumn yang terlampir pada Lampiran 6, didapatkan kebutuhan tulangan *bored pile* sebanyak 12D25 ( $\Phi M_n = 623,9$  kN.m). Karena *bored pile* direncanakan sesuai spesifikasi *spun pile* yang dipakai pada perencanaan sebelumnya, maka perhitungan daya dukung tiang pancang kelompok dan kontrol beban maksimum 1 tiang sama dengan perencanaan sebelumnya.



#### 4.8.1. Kontrol Kekuatan Tiang Terhadap Gaya Lateral

Defleksi tiang pancang akibat gaya lateral dikontrol terhadap arah x dan arah y.

##### 1. Kontrol Defleksi Tiang Pancang Terhadap Sumbu X

$$P_{\text{lateral}} = 320978,6 \text{ kg}$$

$$n = 335$$

$$P = \frac{P_{\text{lateral}}}{n}$$

$$= 958,1451 \text{ kg}$$

$$C_u = 0,31 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = 2 \times C_u = 0,62 \text{ kg/cm}^2 = 0,635 \text{ tons/ft}^2$$

$$f = 6 \text{ tons/ft}^3 = 0,192 \text{ kg/cm}^3$$

$$f'_c = 41,5 \text{ Mpa}$$

$$E = 4700 \sqrt{f'_c} = 308640,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 2010619,298 \text{ cm}^4$$

$$T = 317,6116 \text{ cm} = 3,176 \text{ m}$$

$$L = 40 \text{ m}$$

$$L/T = 12,593$$

$$F_d = 0,94$$

$$F_m = 0,9$$

$$\delta_p = F_d \left( \frac{P T^3}{E I} \right)$$

$$= 0,94 \times \left( \frac{958,1451 \times 317,6116^3}{308640,5 \times 2009601,298} \right)$$

$$= 0,047 \text{ cm} \leq 2,5 \text{ cm} \dots\dots(\text{OK})$$

$$M_p = F_m (P \times T)$$

$$= 0,9 (958,1451 \times 317,6116)$$

$$= 273886,2 \text{ kg.cm}$$

$$= 2,739 \text{ tm} \leq M_{\text{crack}} = 40,7 \text{ tm} \dots(\text{OK})$$

## 2. Kontrol Defleksi Tiang Pancang Terhadap Sumbu Y

$$P_{\text{lateral}} = 250464,8 \text{ kg}$$

$$n = 335$$

$$P = \frac{P_{\text{lateral}}}{n}$$

$$= 747,656 \text{ kg}$$

$$C_u = 0,31 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = 2 \times C_u = 0,62 \text{ kg/cm}^2 = 0,635 \text{ tons/ft}^2$$

$$f = 6 \text{ tons/ft}^3 = 0,192 \text{ kg/cm}^3$$

$$f'_c = 41,5 \text{ Mpa}$$

$$E = 4700 \sqrt{f'_c} = 308640,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 2010619,298 \text{ cm}^4$$

$$T = 317,6116 \text{ cm} = 3,176 \text{ m}$$

$$L = 40 \text{ m}$$

$$L/T = 12,593$$

$$F_d = 0,94$$

$$F_m = 0,9$$

$$\Delta_p = F_d \left( \frac{P T^3}{E I} \right)$$

$$= 0,94 \times \left( \frac{747,656 \times 317,6116^3}{308640,5 \times 2009601,298} \right)$$

$$= 0,362 \text{ cm} \leq 2,5 \text{ cm} \dots\dots(\text{OK})$$

$$M_p = F_m (P \times T)$$

$$= 0,9 (747,656 \times 317,6116)$$

$$= 213717,8 \text{ kg.cm}$$

$$= 2,137 \text{ tm} \leq M_{\text{crack}} = 40,7 \text{ tm} \dots(\text{OK})$$

#### 4.9. Perhitungan Biaya Perencanaan

Perhitungan biaya bahan digunakan untuk membandingkan harga dari perencanaan dengan menggunakan material *spun pile* dan *bored pile*. Harga yang dipakai berdasarkan survey lapangan wilayah kota Surabaya. Perhitungan biaya perencanaan tersebut adalah sebagai berikut:

Harga *spun pile* WIKA  $\phi 80\text{cm}$  = Rp. 1.300.000,00 / m  
 Harga beton readymix  
 PT. Varia Beton Surabaya = Rp. 1.370.000,00/ m<sup>3</sup>  
 Harga tulangan D25 x 12m = Rp. 376.068,00

##### 4.9.1. Perhitungan Biaya Perencanaan *Spun Pile*

Harga *spun pile* WIKA  $\phi 80\text{cm}$  = Rp. 1.300.000,00 / m  
 Biaya pemasangan tiang = Rp. 220.000,00 / m

+  
Rp. 1.520.000,00 / m

Tabel 4.24 Perhitungan Biaya *Spun Sile*

NAMA	JUMLAH	Panjang	Harga / m	Total
	(tiang)	(m)	(rupiah)	(rupiah)
soldier pile	274	23	1520000	9579040000
pondasi	335	23	1520000	11711600000
$\Sigma =$				21.290.640.000

##### 4.9.2. Perhitungan Biaya Perencanaan *Bored pile*

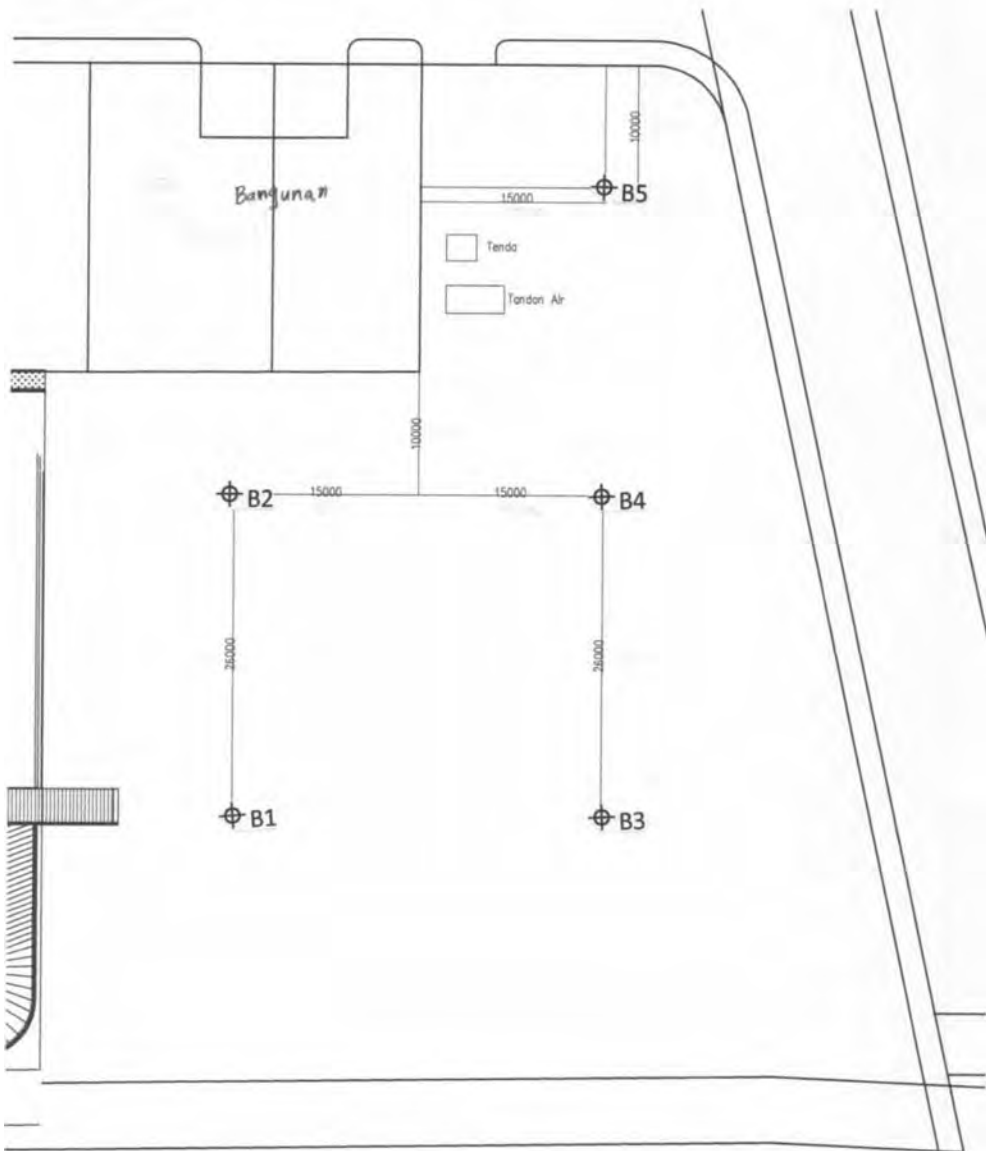
Harga beton readymix  
 PT. Varia Beton Surabaya = Rp. 1.370.000,00/ m<sup>3</sup>  
 Harga tulangan D25 x 12m = Rp. 376.068,00  
 Biaya jasa pengerjaan *bored pile*  
 untuk *soldier pile* = Rp. 600.000,00 / m  
 Biaya jasa pengerjaan *bored pile*  
 untuk pondasi = Rp. 700.000,00 / m  
 Kebutuhan tulangan = 2x (D25x12m)  
 = 2 x 376.068  
 = Rp. 752.136,00



Jadi, biaya perencanaan dengan material *spun pile* adalah sebesar Rp. 21.290.640.000,00. Sedangkan biaya perencanaan dengan material *bored pile* adalah sebesar Rp. 22.623.823.461,00. Selisih biaya perencanaan dengan material *spun pile* dan *bored pile* adalah Rp. 1.333.183.461,00.

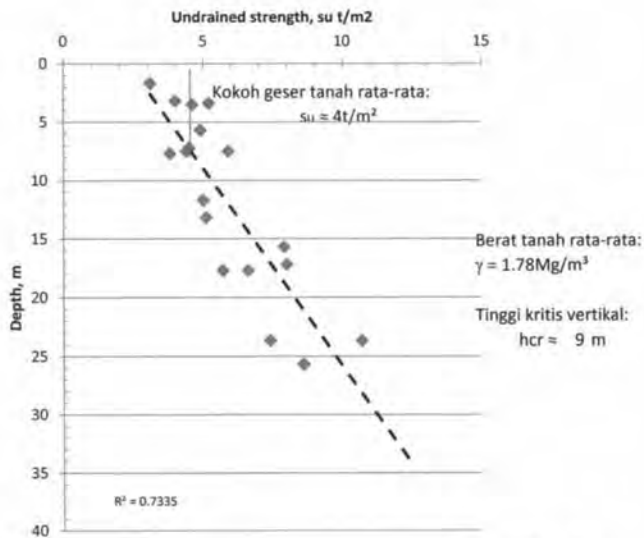
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# LAMPIRAN 1



Gambar 1





Gambar 3

PROJECT : Spazio Tower

LOCATION : Graha Family, Surabaya  
Sta / ChGround Water Level :  
Ground Surface Level : +9 cm

Depth : 80 m

Depth (m)	SOIL DESCRIPTION	Standard Penetration Test					VANE SHEAR TEST					STRENGTH TEST					Atterberg Limits					$\gamma$	$G_s$	$e_o$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		10	20	30	40	50	60	70	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	St	Type	c	$\phi$	$q_u$	20	40	60				80	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1	Paving + airu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

NOTATIONS

SPT = Standard Penetration Test (Blows/30cm)  
 + = Undisturbed Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
 x = Remolded Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $q_u$  = Unconfined Compressive Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
 St = Sensitivity

c = Cohesion (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\phi$  = Angle of internal friction  
 UU = Unconsolidated Undrained  
 CU = Consolidated Undrained  
 CD = Consolidated Drained  
 DS = Direct Shear

$w$  =  $w_n$  = moisture content (%)  
 \* =  $w_p$  = plastic limit (%)  
 ▲ =  $w_L$  = liquid limit (%)  
 $\gamma$  = bulk density (g/cc)  
 $G_s$  = specific gravity  
 $e_o$  = void ratio

BOREHOLE No

B1

THIN WALLED

S.P.T

CORING

PROJECT : Spazio Tower

LOCATION : Graha Family, Surabaya

Ground Water Level :

Depth : 60 m

Sta / Ch :

Ground Surface Level : +6 cm

Depth (m)	SOIL DESCRIPTION	Standard Penetration Test					VANE SHEAR TEST					STRENGTH TEST					Atterberg Limits					$\gamma$	$Q_b$	$\rho_o$	
		10	20	30	40	50	60	70	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	St	Type	c	$\phi$	$q_u$	20	40	60				80
30	Lempung kaku, abu <sup>2</sup>																								
31																									
32																									
33																									
34																									
35																									
36																									
37																									
38																									
39																									
40																									
41																									
42																									
43																									
44																									
45																									
46																									
47																									
48																									
49																									
50																									
51																									
52																									
53																									
54																									
55																									
56																									
57																									
58																									
59																									
60																									

over than  
**25 years**  
of Geotechnical Engineering Services

NOTATIONS

SPT = Standard Penetration Test (Blows/30cm)  
• = Undisturbed Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
x = Remolded Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $q_u$  = Unconfined Compressive Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
St = Sensitivity

c = Cohesion (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\phi$  = Angle of internal friction  
UU = Unconsolidated Undrained  
CU = Consolidated Undrained  
CD = Consolidated Drained  
DS = Direct Shear

$\omega$  = W<sub>m</sub> = moisture content (%)  
• = w<sub>p</sub> = plastic limit (%)  
▲ = w<sub>L</sub> = liquid limit (%)  
 $\gamma$  = bulk density (g/cc)  
 $Q_b$  = specific gravity  
 $\rho_o$  = void ratio

BOREHOLE No

**B1**

Lempung kaku, abu<sup>2</sup>

over than  
**25 years**  
of Geotechnical Engineering Services

NOTATIONS

SPT = Standard Penetration Test (Blows/30cm)

v = Undisturbed Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)x = Remolded Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>) $q_u$  = Unconfined Compressive Strength (kg/cm<sup>2</sup>)

St = Sensitivity

c = Cohesion (kg/cm<sup>2</sup>) $\phi$  = Angle of internal friction

UU = Unconsolidated Undrained

CU = Consolidated Undrained

CD = Consolidated Drained

DS = Direct Shear

w = Wt = moisture content (%)

p = wp = plastic limit (%)

L = wl = liquid limit (%)

 $\gamma$  = bulk density (g/cc) $G_s$  = specific gravity

e = void ratio

BOREHOLE No

**B1**

-THIN WALLED

-S.P.T

-CORING

PROJECT : Spazio Tower		LOCATION : Graha Family, Surabaya		Ground Water Level : Ground Surface Level : +10 cm		Depth : 60 m																				
Depth (m)	SOIL DESCRIPTION	Standard Penetration Test					VANE SHEAR TEST					STRENGTH TEST					Atterberg Limits					$\gamma$	$G_s$	$e_o$		
		10	20	30	40	50	60	70	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	St	Type	c	$\phi$	$q_u$	20	40	60				80	100
1	Paving + sirih																									
2																										
3																										
4															UU	0.4	0		40				106			
5																										
6																										
7																										
8	Lempung mantap, coklat														UU	0.45	0		40				107			
9																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14															UU	0.51	0		38				110			
15																										
16																										
17																										
18															UU	0.8	0		44				112			
19																										
20																										
21																										
22																										
23	Lempung kaku, abu <sup>1</sup>																									
24																										
25																										
26																										
27																										
28																										
29																										
30																										
31																										
NOTATIONS		SPT = Standard Penetration Test (Blows/30cm) + = Undisturbed Vane Shear Strength (kg/cm <sup>2</sup> ) x = Remolded Vane Shear Strength (kg/cm <sup>2</sup> ) $q_u$ = Unconfined Compressive Strength (kg/cm <sup>2</sup> ) St = Sensitivity c = Cohesion (kg/cm <sup>2</sup> ) $\phi$ = Angle of internal friction UU = Unconsolidated Undrained CU = Consolidated Undrained CD = Consolidated Drained DS = Direct Shear										o = $w_n$ = moisture content (%) * = $w_p$ = plastic limit (%) ▲ = $w_l$ = liquid limit (%) $\gamma$ = bulk density (g/cc) $G_s$ = specific gravity $e_o$ = void ratio										BOREHOLE No <b>B2</b>				
-THIN WALLED       -S.P.T       -CORING																										

PROJECT : Spazio Tower

LOCATION : Graha Family, Surabaya  
Sta / Ch :Ground Water Level :  
Ground Surface Level : ±10 cm

Depth : 60 m

Depth (m)	SOIL DESCRIPTION	Standard Penetration Test						VANE SHEAR TEST					STRENGTH TEST				Atterberg Limits					$\gamma$	$G_s$	$e_o$			
		10	20	30	40	50	60	70	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	St	Type	c	$\phi$	$q_u$	20	40	60				80	100	
30	Lempung kaku, abu <sup>2</sup>							27																			
31																											
32								25																			
33																											
34								26																			
35																											
36								25																			
37																											
38								26																			
39																											
40								26																			
41																											
42								28																			
43																											
44								28																			
45																											
46								29																			
47																											
48								26																			
49																											
50								27																			
51																											
52							34																				
53																											
54							33																				
55																											
56							30																				
57																											
58							32																				
59																											
60							33																				

over than  
**25 years**  
of Geotechnical Engineering Services

NOTATIONS

SPT = Standard Penetration Test (Blows/30cm)  
+ = Undisturbed Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
x = Remolded Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $q_u$  = Unconfined Compressive Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
St = Sensitivity

c = Cohesion (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\phi$  = Angle of Internal Friction  
UU = Unconsolidated Undrained  
CU = Consolidated Undrained  
CD = Consolidated Drained  
DS = Direct Shear

$\omega$  =  $w_m$  = moisture content (%)  
• =  $w_p$  = plastic limit (%)  
 $\Delta$  =  $w_l$  = liquid limit (%)  
 $\gamma$  = bulk density (g/cc)  
 $G_s$  = specific gravity  
 $e_o$  = void ratio

BOREHOLE No

**B2**



over than  
**25 years**  
of Geotechnical Engineering Services

NOTATIONS

SPT = Standard Penetration Test (Blows/30cm)  
 = Undisturbed Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
 x = Remolded Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
 q<sub>u</sub> = Unconfined Compressive Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
 S<sub>t</sub> = Sensitivity

c = Cohesion (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\phi$  = Angle of internal friction  
 UU = Unconsolidated Undrained  
 CU = Consolidated Undrained  
 CD = Consolidated Drained  
 DS = Direct Shear

o = w<sub>n</sub> = moisture content (%)  
 = w<sub>p</sub> = plastic limit (%)  
 = w<sub>l</sub> = liquid limit (%)  
 $\gamma$  = bulk density (g/cc)  
 $G_s$  = specific gravity  
 e<sub>o</sub> = void ratio

BOREHOLE No

**B2**

-THIN WALLED

-S.P.T

-CORING

PROJECT : Spazio Tower		LOCATION : Graha Family, Surabaya		Ground Water Level : Ground Surface Level : +26 cm		Depth : 60 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Depth (m)	SOIL DESCRIPTION	Standard Penetration Test					VANE SHEAR TEST					STRENGTH TEST				Atterberg Limits				$\gamma$	$G_s$	$w_o$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
		10	20	30	40	50	60	70	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	St	Type	c	$\phi$	$q_u$	20				40	60	80	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1	Paving → sirtu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

PROJECT : Spazio Tower

LOCATION : Graha Family, Surabaya


Sta / Ch :

Ground Water Level :

Ground Surface Level : +26 cm

Depth : 60 m

Ground Surface Level : +25.0m																										
Depth (m)	SOIL DESCRIPTION	Standard Penetration Test					VANE SHEAR TEST					STRENGTH TEST					Atterberg Limits					$\gamma$	$G_s$	$e_o$		
		10	20	30	40	50	60	70	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	St	Type	c	$\phi$	$q_u$	20	40	60				80	100
30	Lempung kaku, abu <sup>2</sup>																									
31																										
32																										
33																										
34																										
35																										
36																										
37																										
38																										
39																										
40																										
41																										
42																										
43																										
44																										
45																										
46																										
47																										
48																										
49																										
50																										
51																										
52																										
53																										
54																										
55																										
56																										
57																										
58																										
59																										
60																										



over than  
**25 years**  
of Geotechnical Engineering Services

NOTATIONS


SPT = Standard Penetration Test (Blows/30cm)  
+ = Undisturbed Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
x = Remolded Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $q_u$  = Unconfined Compressive Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
St = Sensitivity


c = Cohesion (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\phi$  = Angle of internal friction  
UU = Unconsolidated Undrained  
CU = Consolidated Undrained  
CD = Consolidated Drained  
DS = Direct Shear


$w$  = moisture content (%)  
 $w_p$  = plastic limit (%)  
 $w_L$  = liquid limit (%)  
 $\gamma$  = bulk density (g/cc)  
 $G_s$  = specific gravity  
 $e_o$  = void ratio

BOREHOLE No

**B3**

 -THIN WALLED

 -S.P.T

 -CORING



over than  
**25 years**  
of Geotechnical Engineering Services

NOTATIONS

SPT → Standard Penetration Test (Blows/30cm)  
+ → Undisturbed Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
x → Remolded Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $q_u$  → Unconfined Compressive Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
St → Sensitivity

c → Cohesion (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\phi$  → Angle of internal friction  
UU → Unconsolidated Undrained  
CU → Consolidated Undrained  
CD → Consolidated Drained  
DS → Direct Shear

o →  $w_n$  = moisture content (%)  
■ →  $w_p$  = plastic limit (%)  
▲ →  $w_l$  = liquid limit (%)  
 $\gamma$  → bulk density (g/cc)  
 $G_s$  → specific gravity  
 $e_o$  → void ratio

BOREHOLE No

**B3**

-THIN WALLED

-S.P.T

-CORE

PROJECT : Spazio Tower

LOCATION : Graha Family, Surabaya  
Sta / Ch :Ground Water Level :  
Ground Surface Level : +21 cm




Depth : 60 m

Depth (m)	SOIL DESCRIPTION	Standard Penetration Test					VANE SHEAR TEST					STRENGTH TEST				Atterberg Limits					$\gamma$	$G_s$	$e_o$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		10	20	30	40	50	60	70	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	St	Type	c	$\phi$	$q_u$	20	40				60	80	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1	Paving + aspal																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									





PROJECT : Spazio Tower			LOCATION : Graha Family, Surabaya Sta / Ch :		Ground Water Level : Ground Surface Level : -9 cm		Depth : 60 m																				
Depth (m)	SOIL DESCRIPTION	Standard Penetration Test					VANE SHEAR TEST					STRENGTH TEST					Atterberg Limits					$\gamma$	$Q_c$	$e_o$			
		10	20	30	40	50	60	70	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	St	Type	c	$\phi$	$q_u$	20	40	60				80	100	
1	Sirtu																										
2																											
3																											
4																											
5																											
6	Lempung mantap, coklat																										
7																											
8																											
9	Lempung kaku, abu <sup>3</sup>																										
10																											
11																											
12																											
13																											
14																											
15	Lempung bertanau, abu <sup>2</sup>																										
16																											
17																											
18																											
19	Lempung kaku, abu <sup>2</sup>																										
20																											
21																											
22	Lempung kaku, abu <sup>2</sup>																										
23																											
24																											
25																											
26																											
27																											
28																											
29																											
30																											
31																											

NOTATIONS	SPT = Standard Penetration Test (Blows/30cm)	c = Cohesion (kg/cm <sup>2</sup> )	o = w <sub>n</sub> = moisture content (%)	BOREHOLE No  <b>B5</b>
	+ = Undisturbed Vane Shear Strength (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ = Angle of internal friction	• = w <sub>p</sub> = plastic limit (%)	
	x = Remolded Vane Shear Strength (kg/cm <sup>2</sup> )	UU = Unconsolidated Undrained	▲ = w <sub>L</sub> = liquid limit (%)	
	q <sub>u</sub> = Unconfined Compressive Strength (kg/cm <sup>2</sup> )	CU = Consolidated Undrained	$\gamma$ = bulk density (g/cc)	
	St = Sensitivity	CD = Consolidated Drained	G <sub>s</sub> = specific gravity	
		DS = Direct Shear	e <sub>o</sub> = void ratio	
 THIN WALLED	 -S.P.T	 -CORING		

NOTATIONS

SPT = Standard Penetration Test (Blows/30cm)  
 + = Undisturbed Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
 x = Remolded Vane Shear Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
 q<sub>u</sub> = Unconfined Compressive Strength (kg/cm<sup>2</sup>)  
 St = Sensitivity

c = Cohesion (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\phi$  = Angle of internal friction  
 UU = Unconsolidated Undrained  
 CU = Consolidated Undrained  
 CD = Consolidated Drained  
 DS = Direct Shear

$\omega$  = wt = moisture content (%)  
 \* = wp = plastic limit (%)  
 ▲ = wl = liquid limit (%)  
 $\gamma$  = bulk density (g/cc)  
 $G_s$  = specific gravity  
 $e_d$  = void ratio

BOREHOLE No

B5

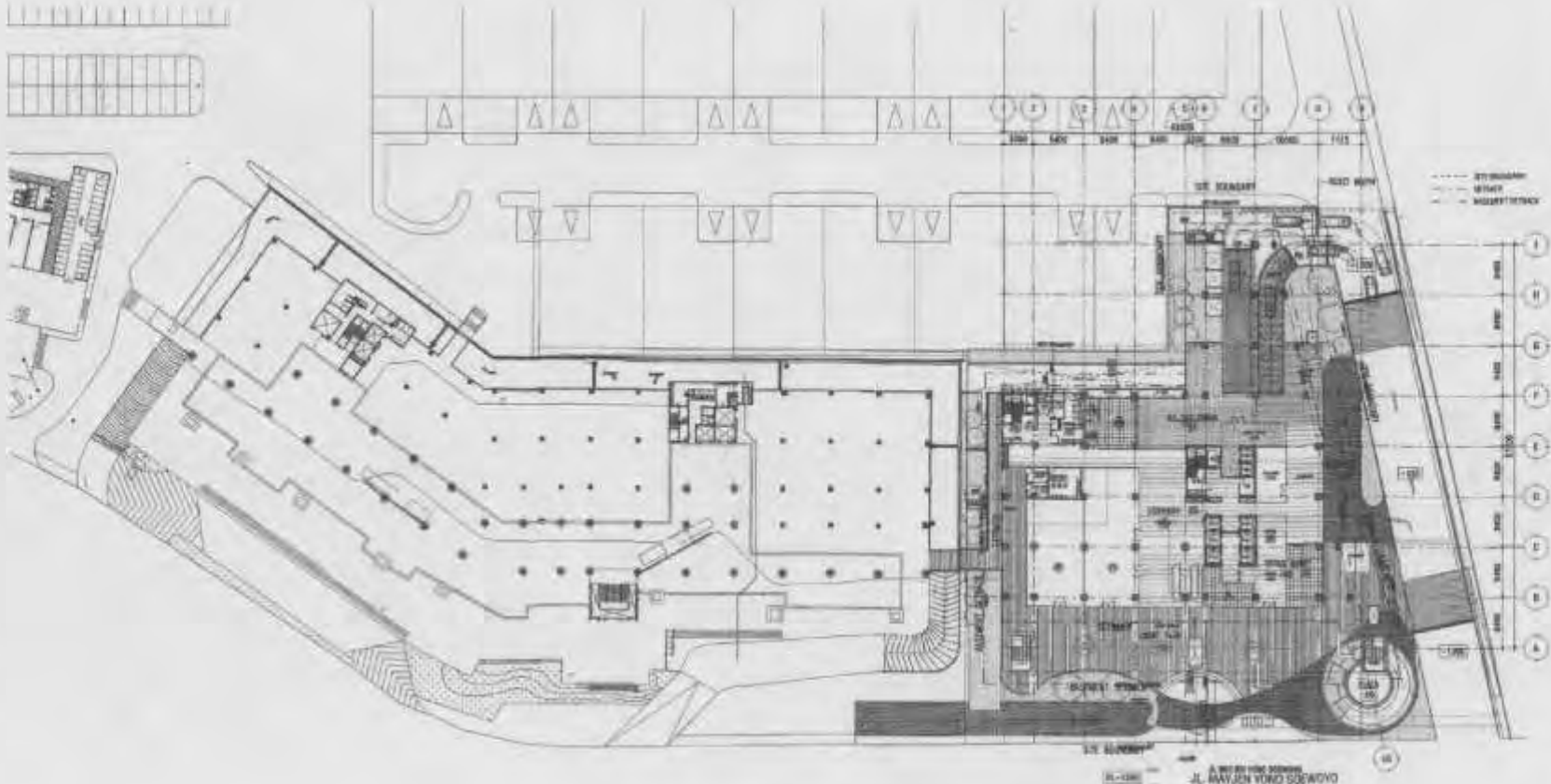
THIN WALLED

S.P.T.

CORING

PROJECT : Spazio Tower		LOCATION : Graha Family, Surabaya										Ground Water Level : 0					Depth : 60 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		Sta / Ch :										Ground Surface Level : -9 cm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Depth (m)	SOIL DESCRIPTION	Standard Penetration Test						VANE SHEAR TEST					STRENGTH TEST				Atterberg Limits				$\gamma$	$G_s$	$e_o$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		10	20	30	40	50	60	70	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	St	Type	c	$\phi$	$q_u$	20	40				60	80	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
30	Lempung kaku, abu <sup>2</sup>							27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

## **LAMPIRAN 2**



ET SITEPLAN

**SPA20 TOWER**  
 J. MAYJEND YONO SOEWOMO  
 SURABAYA, INDONESIA

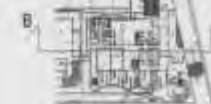
**PT. WISLAND GRANDE**  
 Gedung 1001  
 Graha Festival Kav.3 Graha Festival  
 J. Mayjend Yono Soewomo, Surabaya  
 60226 Indonesia

DESIGN DEVELOPMENT  
 012040  
 26 AUG 2015  
 26 AUG 2015

DESIGN DEVELOPMENT  
 012040  
 26 AUG 2015  
 26 AUG 2015

TENDER  
 1:400 @ A1  
 SITE PLAN

A.10002	0
---------	---



FESTIVAL CITRA INDONESIA

\_\_\_\_\_

THE JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION  
PUBLISHED WEEKLY  
535 N. Dearborn Ave., Chicago, Ill. 60610  
Subscription price: \$12.00 per year in advance.  
Single copies: 35¢.  
Second-class postage paid at Chicago, Ill., and at additional mailing offices.  
Postmaster: Send address changes in U.S.A. to JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION, 535 N. Dearborn Ave., Chicago, Ill. 60610.  
Subscription price: \$12.00 per year in advance.  
Single copies: 35¢.  
Second-class postage paid at Chicago, Ill., and at additional mailing offices.  
Postmaster: Send address changes in U.S.A. to JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION, 535 N. Dearborn Ave., Chicago, Ill. 60610.

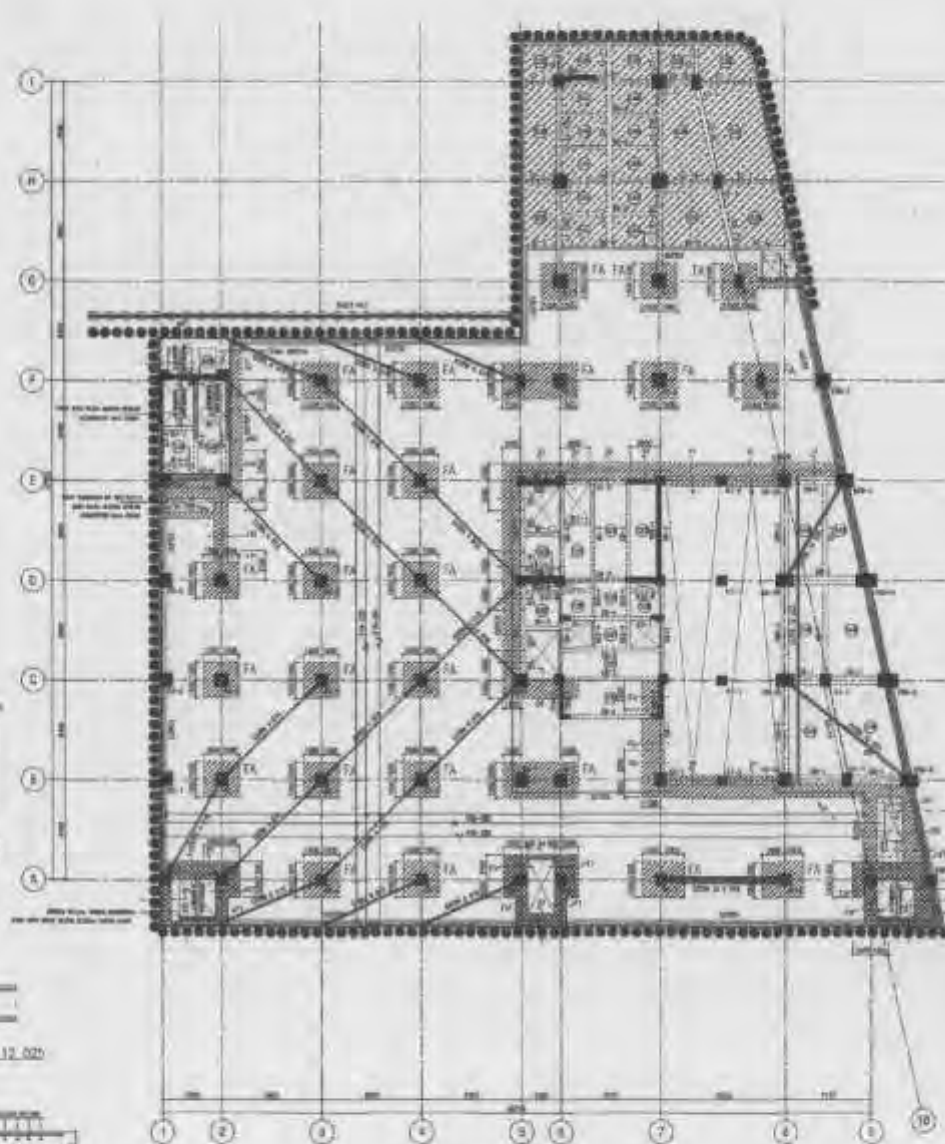












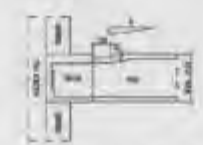
LOMB. BASEMENT 1

NOTES:  
 1. FOUNDATION WALLS SHALL BE 400mm THICK AND 1.0m HIGH.  
 2. FOUNDATION WALLS SHALL BE 200mm THICK AND 0.5m HIGH.  
 3. FOUNDATION WALLS SHALL BE 300mm THICK AND 0.75m HIGH.  
 4. FOUNDATION WALLS SHALL BE 400mm THICK AND 1.0m HIGH.  
 5. FOUNDATION WALLS SHALL BE 500mm THICK AND 1.25m HIGH.  
 6. FOUNDATION WALLS SHALL BE 600mm THICK AND 1.5m HIGH.  
 7. FOUNDATION WALLS SHALL BE 700mm THICK AND 1.75m HIGH.  
 8. FOUNDATION WALLS SHALL BE 800mm THICK AND 2.0m HIGH.  
 9. FOUNDATION WALLS SHALL BE 900mm THICK AND 2.25m HIGH.  
 10. FOUNDATION WALLS SHALL BE 1000mm THICK AND 2.5m HIGH.

NO.	THICKNESS	UNIT
1	400	mm
2	200	mm
3	500	mm
4	300	mm

NO.	THICKNESS	UNIT
1	400	mm
2	200	mm
3	500	mm
4	300	mm

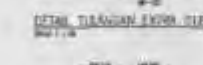
S1	t = 400mm
S2	t = 200mm
S3	t = 500mm
S4	t = 300mm



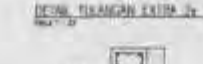
DETAIL POTONGAN GUTTER



DETAIL TIANJANG EXTRA D12



DETAIL TIANJANG EXTRA D12



DETAIL TIANJANG EXTRA D12



DETAIL DUKUR D12



DETAIL END PLATE F-200

DETAIL END PLATE F-200  
 1. FOUNDATION WALLS SHALL BE 400mm THICK AND 1.0m HIGH.  
 2. FOUNDATION WALLS SHALL BE 200mm THICK AND 0.5m HIGH.  
 3. FOUNDATION WALLS SHALL BE 300mm THICK AND 0.75m HIGH.  
 4. FOUNDATION WALLS SHALL BE 400mm THICK AND 1.0m HIGH.  
 5. FOUNDATION WALLS SHALL BE 500mm THICK AND 1.25m HIGH.  
 6. FOUNDATION WALLS SHALL BE 600mm THICK AND 1.5m HIGH.  
 7. FOUNDATION WALLS SHALL BE 700mm THICK AND 1.75m HIGH.  
 8. FOUNDATION WALLS SHALL BE 800mm THICK AND 2.0m HIGH.  
 9. FOUNDATION WALLS SHALL BE 900mm THICK AND 2.25m HIGH.  
 10. FOUNDATION WALLS SHALL BE 1000mm THICK AND 2.5m HIGH.

FOR TENDER

1. FOUNDATION WALLS SHALL BE 400mm THICK AND 1.0m HIGH.  
 2. FOUNDATION WALLS SHALL BE 200mm THICK AND 0.5m HIGH.  
 3. FOUNDATION WALLS SHALL BE 300mm THICK AND 0.75m HIGH.  
 4. FOUNDATION WALLS SHALL BE 400mm THICK AND 1.0m HIGH.  
 5. FOUNDATION WALLS SHALL BE 500mm THICK AND 1.25m HIGH.  
 6. FOUNDATION WALLS SHALL BE 600mm THICK AND 1.5m HIGH.  
 7. FOUNDATION WALLS SHALL BE 700mm THICK AND 1.75m HIGH.  
 8. FOUNDATION WALLS SHALL BE 800mm THICK AND 2.0m HIGH.  
 9. FOUNDATION WALLS SHALL BE 900mm THICK AND 2.25m HIGH.  
 10. FOUNDATION WALLS SHALL BE 1000mm THICK AND 2.5m HIGH.

NO.	THICKNESS	UNIT
1	400	mm
2	200	mm
3	500	mm
4	300	mm

SPRING TONG SUBMAY

2. WALKER TONG SCORING

SPRING TONG

SPRING TONG

SPRING TONG

SPRING TONG

SPRING TONG

SPRING TONG

SPRING TONG

SPRING TONG

SPRING TONG

SPRING TONG

SPRING TONG

SPRING TONG



[illegible]



## **LAMPIRAN 3**



**Gambar Titik Kolom Lantai Basement Spazio Tower**

KOLOM	DEAD	ADL	LIVE	QX	QY
C1	-5236.3	-1363.7	-1422.5	223.8	57.4
C2	-5486.3	-2025.5	-2663.0	348.8	402.7
C3	-6840.5	-2657.0	-3519.5	70.0	430.1
C4	-7120.4	-2869.6	-3635.9	125.4	481.6
C5	-5962.0	-2545.2	-2585.4	663.3	550.7
C6	-5920.7	-2634.9	-2492.7	534.2	588.8
C7	-7323.0	-3622.4	-3289.7	236.1	606.9
C8	-6056.9	-2909.5	-2738.7	93.2	486.5
C9	-4121.5	-2174.0	-1920.2	671.2	356.7
C10	-5827.2	-1672.8	-2089.5	257.7	44.0
C11	-6709.9	-2014.3	-3247.9	384.4	45.9
C12	-8655.8	-2608.8	-4374.0	26.0	23.8
C13	-9188.9	-2976.4	-4596.2	92.5	29.2
C14	-7085.4	-2303.9	-2953.8	709.8	325.6
C15	-7118.3	-2995.5	-3249.7	453.1	83.2
C16	-4940.6	-2460.2	-2374.7	1007.0	176.9
C17	-2956.5	-1334.5	-1039.7	257.7	145.5
C18	-2728.5	-1122.1	-974.7	263.0	813.1
C19	-6099.3	-1930.7	-2089.5	305.0	120.1
C20	-6634.6	-2326.7	-3304.6	374.8	38.6
C21	-8489.1	-2813.8	-4489.7	31.0	3.3
C22	-9188.6	-3044.7	-4598.6	196.2	19.7
C23	-8123.8	-3816.1	-3899.1	529.4	31.9
C24	-5715.9	-1854.1	-1569.6	450.9	237.9
C25	-7220.4	-2842.7	-3465.2	304.6	122.3
C26	-8815.8	-3223.3	-4839.9	61.8	8.1
C27	-9395.8	-3176.5	-4930.6	172.4	46.5
C28	-7057.8	-3194.9	-3303.4	732.2	217.8
C29	-5708.8	-2457.5	-2763.1	272.5	469.0
C30	-6166.3	-2733.0	-3010.9	71.4	411.8
C31	-5550.2	-2515.0	-2451.8	743.7	141.5
C32	-8954.2	-3876.5	-3917.9	433.2	180.1
C33	-10952.2	-4434.5	-5108.8	249.1	384.3
C34	-6323.3	-2986.7	-3290.5	581.6	155.4
C35	-10049.8	-5136.0	-4292.8	593.6	104.5
C36	-10895.7	-5030.7	-4773.2	108.9	66.5
C37	-5916.4	-3230.8	-2599.0	796.6	80.5
C38	-9258.6	-4878.8	-3423.6	961.1	215.7
C39	-9052.9	-4443.8	-3600.2	250.6	145.2
C40	-5175.0	-3197.1	-2077.0	1094.3	166.0
C41	-5531.5	-2497.1	-1721.3	416.0	574.3
C42	-3429.2	-1774.0	-1146.3	1205.7	435.1



Tabel Reaksi Lantai Basement Spazio Tower ( $V_{1-2}$  - kN)

KOLOM	DEAD	ADL	LIVE	QX	QY
C1	-660.0	-2.2	-4.5	7.3	1.2
C2	-27.8	-8.8	-21.3	9.0	1.6
C3	0.7	0.2	1.0	9.6	1.7
C4	-3.5	-1.1	-2.5	10.2	1.6
C5	25.5	7.6	21.1	10.0	1.6
C6	-24.5	-7.7	-19.5	10.1	1.7
C7	20.1	6.8	15.7	12.4	2.2
C8	-0.8	-2.2	1.4	12.5	2.1
C9	11.2	6.5	6.3	7.3	1.3
C10	-7.5	-2.3	-5.1	6.9	1.1
C11	-29.1	-9.0	-22.0	8.6	1.4
C12	-0.3	-0.2	0.3	9.2	1.4
C13	-4.5	-1.1	-2.9	10.0	1.5
C14	37.3	9.9	28.4	12.1	1.9
C15	16.3	3.1	12.9	11.2	2.0
C16	-5.5	-1.0	-5.4	5.9	1.0
C17	-19.5	-9.9	-10.6	3.5	0.7
C18	20.9	10.8	11.4	3.4	0.8
C19	-6.1	-2.0	-4.4	7.3	1.1
C20	-27.8	-8.8	-21.6	9.3	1.4
C21	0.4	0.0	0.7	9.9	1.5
C22	-5.0	-1.0	-2.7	10.5	1.5
C23	-12.5	-3.4	-5.2	12.5	1.9
C24	-64.2	-23.1	-27.3	26.3	5.5
C25	34.9	12.5	6.4	26.2	6.8
C26	-1.2	-0.5	-1.0	11.2	2.0
C27	-3.5	-0.8	-2.2	11.4	2.0
C28	5.7	3.8	5.0	13.8	2.0
C29	-1.0	-0.4	-1.8	14.1	4.2
C30	0.2	-0.1	-0.4	14.3	4.4
C31	15.9	4.6	13.3	5.8	1.5
C32	-24.5	-7.6	-20.7	15.0	3.0
C33	-0.1	-0.2	-0.7	14.4	2.3
C34	22.5	7.7	17.3	6.5	1.0
C35	-43.1	-18.9	-28.3	15.3	2.6
C36	14.9	5.8	10.5	16.4	3.0
C37	18.2	7.5	13.2	7.0	1.2
C38	-45.9	-9.8	-33.0	14.1	2.8
C39	35.0	-8.3	30.4	14.8	4.0
C40	3.8	7.7	-1.7	6.5	1.3
C41	12.4	-1.0	9.3	16.7	4.1
C42	-4.8	-8.0	-1.7	6.3	1.5

Tabel Reaksi Lantai Basement Spazio Tower ( $V_{3.3}$  - kN)

KOLOM	DEAD	ADL	LIVE	QX	QY
C1	-20.3	-9.1	-8.0	21.3	50.3
C2	-1.0	-0.5	0.1	3.5	10.4
C3	0.1	0.0	0.7	2.3	8.2
C4	-0.3	-0.1	0.4	2.2	7.6
C5	3.2	1.1	3.0	1.8	7.4
C6	10.6	3.4	9.4	1.6	7.5
C7	28.6	8.9	25.7	1.6	8.8
C8	19.7	2.7	19.8	1.5	8.5
C9	0.8	-3.3	2.9	1.1	6.4
C10	-7.4	-4.4	-4.8	23.2	52.1
C11	-2.0	-0.8	-1.1	4.4	11.5
C12	-1.5	-0.3	-0.9	2.5	8.3
C13	-1.2	0.0	-0.3	2.0	7.5
C14	-11.9	-0.5	-1.3	1.9	8.9
C15	0.0	-0.2	0.3	1.5	8.7
C16	-2.1	-2.1	-1.7	1.1	6.3
C17	5.9	1.6	3.1	0.5	1.2
C18	6.7	3.4	3.0	0.2	1.8
C19	-2.0	-1.9	-1.6	25.6	57.2
C20	-0.4	-0.2	-0.3	4.0	10.9
C21	-0.5	-0.2	-0.3	2.4	8.3
C22	-0.1	0.1	0.1	1.8	7.7
C23	-1.3	-0.4	-0.4	1.5	8.8
C24	-1.5	1.3	2.0	18.7	38.5
C25	23.8	7.6	18.2	2.9	9.8
C26	0.6	0.2	0.6	2.3	7.9
C27	-2.0	-0.9	-1.9	1.8	7.7
C28	-9.4	0.6	-9.8	1.6	8.7
C29	34.9	11.6	26.2	2.6	8.0
C30	37.4	12.6	28.0	1.8	8.9
C31	23.0	8.0	17.7	1.7	9.6
C32	4.4	1.3	4.0	2.6	12.4
C33	-1.6	-0.7	-1.3	2.1	10.8
C34	4.7	1.3	3.7	1.4	7.9
C35	-17.1	-11.5	-5.5	5.2	15.5
C36	-20.1	-8.8	-8.4	2.2	11.7
C37	-5.1	3.3	1.4	1.4	8.1
C38	0.6	5.2	-2.5	5.5	13.8
C39	5.9	-9.6	9.4	2.0	10.5
C40	-1.6	-34.2	13.6	1.4	8.0
C41	20.4	14.7	10.1	2.1	11.6
C42	22.3	35.6	1.7	1.5	7.9

KOLOM	DEAD	ADL	LIVE	QX	QY
C1	-20.1	-9.0	-8.0	26.5	63.4
C2	-2.1	-0.9	-0.5	11.8	34.1
C3	-0.1	0.2	0.3	8.5	29.8
C4	-0.4	0.2	0.0	7.5	28.4
C5	3.1	1.4	2.8	6.3	27.8
C6	10.0	3.5	8.7	5.6	27.8
C7	25.7	8.3	23.1	5.1	29.5
C8	17.3	2.5	17.5	4.6	29.1
C9	0.5	-2.9	2.5	3.3	21.3
C10	-6.8	-4.2	-4.7	28.6	64.9
C11	-2.4	-1.1	-1.4	13.5	36.1
C12	-0.9	0.1	-0.7	8.9	30.2
C13	-0.4	0.6	0.0	7.2	28.3
C14	-9.6	0.2	-0.6	6.3	29.9
C15	-0.1	0.0	0.3	4.6	29.3
C16	-2.0	-1.8	-1.5	3.3	21.2
C17	6.0	1.6	3.2	0.6	2.2
C18	6.8	3.4	3.1	0.4	2.8
C19	-0.7	-1.5	-1.2	31.2	70.5
C20	0.3	0.1	0.0	12.8	35.2
C21	0.8	0.4	0.4	8.7	30.1
C22	1.2	0.8	0.9	7.0	28.6
C23	-1.2	-0.1	-0.3	4.6	29.3
C24	1.2	2.3	2.5	20.2	48.6
C25	22.9	7.9	17.1	9.7	31.6
C26	3.4	1.3	2.1	8.7	29.4
C27	0.6	0.2	-0.3	6.9	28.9
C28	-8.3	0.6	-8.6	4.7	29.2
C29	37.5	12.9	27.3	8.9	28.6
C30	39.7	13.8	28.9	7.0	30.4
C31	21.1	7.7	16.7	6.6	31.5
C32	4.0	1.8	4.4	9.4	44.0
C33	-0.6	0.3	-0.8	7.1	39.5
C34	4.1	1.3	3.2	4.3	26.9
C35	-15.1	-13.7	-3.3	13.2	48.5
C36	-16.5	-6.9	-6.7	7.1	40.9
C37	-4.2	3.0	1.3	4.4	27.4
C38	3.3	4.5	-0.5	12.7	44.9
C39	5.6	-7.6	8.4	6.9	39.5
C40	-1.2	-28.7	11.7	4.3	27.3
C41	17.9	13.0	9.0	7.1	40.8
C42	19.2	30.5	1.6	4.6	27.3

KOLOM	DEAD	ADL	LIVE	QX	QY
C1	-20.1	0.9	0.0	5.1	-6.2
C2	-2.1	3.9	1.5	-3.6	0.0
C3	-0.1	32.3	1.8	20.7	19.8
C4	-0.4	3.4	4.9	3.3	2.6
C5	3.1	59.3	14.8	-21.6	12.5
C6	10.0	4.7	-9.3	18.7	33.9
C7	25.7	5.1	5.5	3.1	2.4
C8	17.3	-3.7	-2.7	0.1	-1.6
C9	0.5	-0.7	-0.4	-0.9	35.0
C10	-6.8	5.3	4.6	3.1	2.5
C11	-2.4	6.5	0.9	-2.8	1.3
C12	-0.9	0.4	-1.4	2.1	36.0
C13	-0.4	5.4	3.5	3.0	1.8
C14	-9.6	-59.1	-18.3	19.3	-14.5
C15	-0.1	-5.4	6.8	-17.6	35.8
C16	-2.0	5.5	5.7	3.0	1.3
C17	6.0	54.7	15.5	-18.2	12.9
C18	6.8	4.9	-7.4	17.3	36.0
C19	-0.7	5.5	5.5	3.0	1.3
C20	0.3	-37.5	-10.5	13.5	-7.7
C21	0.8	-3.5	5.7	-12.7	38.8
C22	1.2	5.8	5.7	3.4	2.6
C23	-1.2	0.1	-0.9	0.8	-1.0
C24	1.2	0.5	-2.2	3.2	38.9
C25	22.9	5.9	8.5	3.5	1.8
C26	3.4	-17.6	-3.7	5.8	-2.0
C27	0.6	-2.0	6.1	-10.1	17.8
C28	-8.3	2.7	0.8	1.3	1.3
C29	37.5	0.7	-0.3	6.0	-7.5
C30	39.7	4.4	1.2	-3.7	0.0
C31	21.1	32.1	2.0	21.0	20.2
C32	4.0	3.3	4.7	3.2	2.4
C33	-0.6	61.0	14.4	-23.2	12.0
C34	4.1	4.5	-9.9	18.9	33.7
C35	-15.1	4.9	6.4	3.1	2.2
C36	-16.5	-2.4	-2.8	-1.2	-1.7
C37	-4.2	-0.7	-1.1	-0.4	34.7
C38	3.3	5.1	5.5	3.1	2.0
C39	5.6	8.4	1.2	-3.4	1.2
C40	-1.2	0.3	-1.5	2.1	35.9
C41	17.9	5.2	4.1	3.1	2.0
C42	19.2	-61.3	-14.6	24.8	-10.8

**Tabel Gaya Dalam Structural Wall Spazio Tower Level Basement (kNm)** 130

Pier	Load	P	V2	V3	M2	M3
SW1-1	DEAD	-12343.6	-23.1	122.9	-15.7	45.7
SW1-1	LIVE	-2600.0	-27.6	52.0	12.7	78.0
SW1-1	ADL	-3256.4	-0.5	55.8	-35.2	-27.1
SW1-1	QX	261.3	149.5	53.5	771.6	1813.4
SW1-1	QY	1068.2	61.4	142.2	667.7	936.3
SW2-1	DEAD	-6945.0	-123.1	15.3	17.6	-159.8
SW2-1	LIVE	-2316.3	-49.1	11.9	13.4	-49.4
SW2-1	ADL	-3074.0	-51.1	-0.3	0.3	-70.9
SW2-1	QX	1649.2	77.1	0.7	1.2	314.2
SW2-1	QY	687.3	15.4	2.4	5.9	55.4
SW3-1	DEAD	-14403.5	43.0	-13.2	-13.2	-2.7
SW3-1	LIVE	-6147.0	36.8	-17.1	-18.0	1.2
SW3-1	ADL	-5320.6	7.3	-1.3	-0.8	4.0
SW3-1	QX	959.0	98.9	1.3	3.7	431.6
SW3-1	QY	420.3	15.6	6.1	17.5	67.2
SW3-2	DEAD	-13100.4	75.1	-13.9	-15.1	-9.0
SW3-2	LIVE	-5044.3	46.5	-9.1	-9.9	-1.2
SW3-2	ADL	-4880.6	9.8	-6.4	-6.8	0.5
SW3-2	QX	835.0	98.2	1.3	3.7	422.2
SW3-2	QY	403.7	14.6	6.3	17.7	62.6
SW4-1	DEAD	-31574.3	-74.4	-62.1	68.2	1308.6
SW4-1	LIVE	-10782.2	-52.0	-29.8	77.0	869.9
SW4-1	ADL	-10701.3	-2.3	-33.6	22.0	73.8
SW4-1	QX	1952.7	59.8	111.0	674.2	1432.4
SW4-1	QY	968.0	395.1	18.5	108.2	17407.0
SW5-1	DEAD	-9069.6	-20.5	28.0	37.1	26.2
SW5-1	LIVE	-3382.3	-5.4	19.3	22.7	8.7
SW5-1	ADL	-3588.2	-6.1	10.4	13.8	12.5
SW5-1	QX	167.4	8.6	7.7	21.2	39.1
SW5-1	QY	525.6	48.9	3.8	22.5	257.8
SW5-2	DEAD	-10897.1	-45.1	-29.5	-40.7	33.4
SW5-2	LIVE	-4370.5	-31.8	-19.6	-26.2	18.9
SW5-2	ADL	-4560.4	-16.0	-9.7	-14.4	16.1
SW5-2	QX	629.7	12.9	8.6	27.0	65.2
SW5-2	QY	538.6	50.4	3.9	23.5	257.7

Pier	Load	P	V2	V3	M2	M3
SW1-1	DEAD	-8446.5	-139.8	0.5	-612.5	-1040.1
SW1-1	LIVE	-1906.0	-111.4	-0.7	-244.7	-493.6
SW1-1	ADL	-2889.3	-97.9	-2.0	-425.8	-430.6
SW1-1	QX	729.1	1230.2	378.6	7063.0	21355.8
SW1-1	QY	2116.2	425.9	806.7	9254.3	6929.6
SW2-1	DEAD	-5662.0	-29.9	38.9	97.2	-380.0
SW2-1	LIVE	-1596.2	-32.0	21.7	49.0	-215.0
SW2-1	ADL	-2608.4	3.7	21.6	47.3	-189.6
SW2-1	QX	1821.2	430.7	3.1	15.5	3797.8
SW2-1	QY	763.0	173.6	30.0	112.9	1203.5
SW3-1	DEAD	-10823.9	73.3	-10.6	-42.5	184.9
SW3-1	LIVE	-3911.7	89.4	-24.2	-86.3	306.8
SW3-1	ADL	-4609.5	10.4	-1.5	-7.4	53.1
SW3-1	QX	927.2	686.6	5.9	20.9	5646.2
SW3-1	QY	365.2	80.9	67.0	240.0	494.4
SW3-2	DEAD	-9934.9	104.0	-11.6	-31.1	358.0
SW3-2	LIVE	-3504.2	101.5	-11.0	-24.0	407.8
SW3-2	ADL	-4148.9	31.9	-0.5	-9.4	117.1
SW3-2	QX	830.6	676.6	4.5	15.6	5651.6
SW3-2	QY	397.8	93.0	56.0	214.7	622.1
SW4-1	DEAD	-26248.8	-238.2	-99.9	-664.0	747.5
SW4-1	LIVE	-8189.2	-248.9	-21.8	-338.0	-531.5
SW4-1	ADL	-9674.4	-73.4	-55.7	-341.7	109.0
SW4-1	QX	1922.9	306.3	942.1	9898.3	8530.6
SW4-1	QY	1101.2	3076.5	106.6	853.0	76027.4
SW5-1	DEAD	-7221.4	61.7	49.4	115.9	137.9
SW5-1	LIVE	-2499.4	44.0	32.9	77.5	121.6
SW5-1	ADL	-3187.5	25.7	32.7	70.4	0.3
SW5-1	QX	186.7	84.1	78.4	432.7	869.5
SW5-1	QY	559.2	499.9	39.7	410.9	4362.7
SW5-2	DEAD	-8785.2	-9.0	-28.6	-131.5	137.9
SW5-2	LIVE	-3231.3	-9.3	-18.7	-86.1	51.6
SW5-2	ADL	-4085.3	-1.6	-25.0	-79.5	35.3
SW5-2	QX	624.5	72.2	88.9	403.2	593.9
SW5-2	QY	526.6	514.3	50.0	419.8	4409.0

KOLOM	DEAD	ADL	LIVE	QX	QY
CA	-649.0	-81.8	-128.0	209.4	81.4
CB	-1771.8	-353.1	-1035.1	9.8	11.1
CC	-2016.3	-416.6	-1375.6	7.0	13.1
CD	-2014.7	-418.0	-1370.2	3.6	10.8
CE	-1514.4	-306.9	-768.8	5.1	21.9
CF	-1526.3	-312.3	-780.7	10.0	24.2
CG	-2141.5	-458.1	-1494.8	7.8	9.5
CH	-2071.9	-425.9	-1409.3	3.4	4.5
CI	-1669.5	-322.4	-909.3	20.7	8.2

Tabel Reaksi Lantai Basement Spazio Tower ( $V_{2-2}$  - kN)

KOLOM	DEAD	ADL	LIVE	QX	QY
CA	-8.7	-2.3	-4.7	7.9	1.5
CB	-18.6	-5.8	-15.6	9.2	1.8
CC	0.7	0.3	0.8	9.3	1.5
CD	-1.3	-0.4	-0.7	9.7	1.5
CE	32.0	9.2	25.3	8.8	1.4
CF	-33.4	-9.7	-26.0	8.8	1.4
CG	-4.6	-1.3	-3.6	10.1	1.7
CH	7.8	2.6	7.3	9.7	1.7
CI	12.0	3.4	9.7	9.3	1.7

**Tabel Reaksi Lantai Basement Spazio Tower ( $V_{3-3}$  - kN)**

KOLOM	DEAD	ADL	LIVE	QX	QY
CA	-10.0	-3.8	-3.6	6.9	27.3
CB	-21.3	-5.9	-18.0	2.0	7.0
CC	-30.5	-9.2	-24.4	1.5	6.2
CD	-30.5	-9.2	-24.3	1.7	5.9
CE	-26.4	-8.4	-20.5	1.7	6.1
CF	-27.0	-8.6	-21.0	1.1	6.1
CG	-33.6	-10.2	-26.7	1.0	5.6
CH	-32.3	-9.7	-25.2	1.3	5.7
CI	-19.8	-5.8	-16.1	1.3	6.6

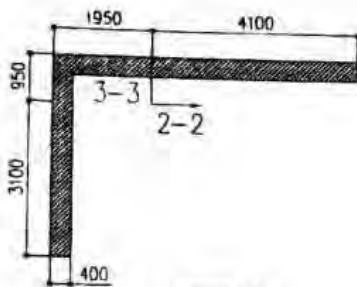
**Tabel Reaksi Lantai Basement Spazio Tower ( $M_{2-2}$  - kNm)**

KOLOM	DEAD	ADL	LIVE	QX	QY
CA	-5.8	-1.8	-1.8	9.5	33.8
CB	-18.2	-4.6	-15.8	6.6	22.0
CC	-29.8	-8.8	-24.1	5.4	20.8
CD	-29.8	-8.8	-24.0	5.6	20.2
CE	-25.3	-7.8	-19.7	4.9	20.5
CF	-25.9	-8.0	-20.1	3.7	20.3
CG	-33.0	-9.9	-26.4	3.2	19.4
CH	-31.7	-9.3	-24.7	3.5	19.4
CI	-18.4	-5.3	-14.8	3.3	20.7

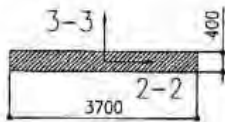


**Tabel Reaksi Lantai Basement Spazio Tower ( $M_{3-3}$  - kNm)**

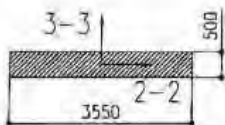
KOLOM	DEAD	ADL	LIVE	QX	QY
CA	-5.8	-2.4	-4.7	26.2	4.3
CB	-18.2	-5.7	-14.7	27.1	4.5
CC	-29.8	0.2	0.7	28.4	4.3
CD	-29.8	-0.4	-0.5	29.3	4.4
CE	-25.3	8.9	24.8	27.5	4.3
CF	-25.9	-9.7	-25.8	27.7	4.4
CG	-33.0	-1.4	-3.7	29.8	4.8
CH	-31.7	2.3	6.9	28.7	4.8
CI	-18.4	2.8	8.5	27.2	4.5



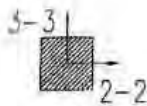
SW1-1



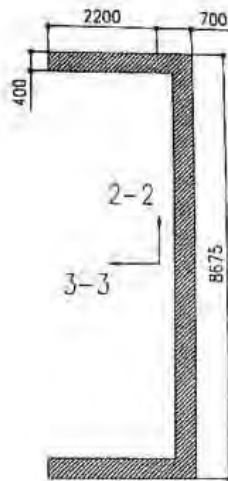
SW2-1



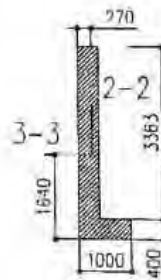
SW3-1



KOLOM



SW4-1



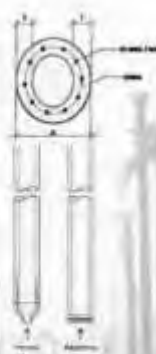
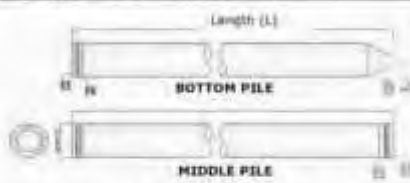
SW4-1

**Catatan :**

1. Gambar di atas merupakan Axes dari Kolom dan Structural Wall
2. Arah Gempa X dan Gempa Y sesuai pada Gambar

## **LAMPIRAN 4**

# Shape and Dimension



## Classification

Pile Type	Diameter (mm)	Length (mm)	Section (mm)	Weight (kg)	Length (m)	Bearing Capacity (kN)			Remarks
						Single	Group	Notes	
Type A	100	1000	100	100	10.0	1000	1000	1000	1000
			150	150	15.0	1500	1500	1500	
			200	200	20.0	2000	2000	2000	
			250	250	25.0	2500	2500	2500	
Type B	150	1500	150	150	15.0	1500	1500	1500	1500
			200	200	20.0	2000	2000	2000	
			250	250	25.0	2500	2500	2500	
			300	300	30.0	3000	3000	3000	
Type C	200	2000	200	200	20.0	2000	2000	2000	2000
			250	250	25.0	2500	2500	2500	
			300	300	30.0	3000	3000	3000	
			350	350	35.0	3500	3500	3500	
Type D	250	2500	250	250	25.0	2500	2500	2500	2500
			300	300	30.0	3000	3000	3000	
			350	350	35.0	3500	3500	3500	
			400	400	40.0	4000	4000	4000	
Type E	300	3000	300	300	30.0	3000	3000	3000	3000
			350	350	35.0	3500	3500	3500	
			400	400	40.0	4000	4000	4000	
			450	450	45.0	4500	4500	4500	
Type F	350	3500	350	350	35.0	3500	3500	3500	3500
			400	400	40.0	4000	4000	4000	
			450	450	45.0	4500	4500	4500	
			500	500	50.0	5000	5000	5000	
Type G	400	4000	400	400	40.0	4000	4000	4000	4000
			450	450	45.0	4500	4500	4500	
			500	500	50.0	5000	5000	5000	
			550	550	55.0	5500	5500	5500	

## **LAMPIRAN 5**

### PERHITUNGAN DAYA DUKUNG AKSIAL PONDASI GEDUNG SPAZIO TOWER

Bor no. : B1  
 Pile diameter : 80 cm  
 Depth increment : 0.5 m

Depth (m)	N (blow/ft)	L/P	N >15sand 15+..	N >15sand 0,6 N	N >15sand	$\gamma_{\text{tanah}}$ (t/m <sup>3</sup> )	po (ton/m <sup>2</sup> )	N Corr	2N	N Corr	N rata2 ujung	Qujung (ton)	fsi (ton/m <sup>2</sup> )	Rsi (ton)	$\Sigma$ Rsi (ton)	Qult = Qujung + $\Sigma$ Rsi	Qijin = Qult/SF SF=3 ; (ton)
0.5	1.00	L	1.00	1.00	1.00	1.661	0.415	3.430	2.000	2.000	5.615	112.887	1.715	0.000	0.000	112.887	37.629
1.0	2.00	L	2.00	2.00	2.00	1.661	1.246	5.339	4.000	4.000	5.807	116.762	2.670	0.000	0.000	116.762	38.921
1.5	3.00	L	3.00	3.00	3.00	1.661	2.076	6.556	6.000	6.000	5.941	119.443	3.278	0.000	0.000	119.443	39.814
2.0	4.00	L	4.00	4.00	4.00	1.661	2.907	7.398	8.000	7.398	6.065	121.946	3.699	0.000	0.000	121.946	40.649
2.5	4.50	L	4.50	4.50	4.50	1.661	3.737	7.215	9.000	7.215	6.201	124.686	3.607	0.000	0.000	124.686	41.562
3.0	5.00	L	5.00	5.00	5.00	1.661	4.568	7.074	10.000	7.074	6.365	127.984	3.537	0.000	0.000	127.984	42.661
3.5	5.50	L	5.50	5.50	5.50	1.661	5.398	6.964	11.000	6.964	6.548	131.663	3.482	0.000	0.000	131.663	43.888
4.0	6.00	L	6.00	6.00	6.00	1.661	6.229	6.874	12.000	6.874	6.672	134.156	3.437	0.000	0.000	134.156	44.719
4.5	6.75	L	6.75	6.75	6.75	1.661	7.059	7.061	13.500	7.061	6.751	135.739	3.531	0.000	0.000	135.739	45.246
5.0	7.50	L	7.50	7.50	7.50	1.661	7.890	7.428	15.000	7.428	6.795	136.612	3.714	0.000	0.000	136.612	45.537
5.5	8.25	L	8.25	8.25	8.25	1.661	8.720	8.006	16.500	8.006	6.810	136.927	4.003	0.000	0.000	136.927	45.642
6.0	9.00	L	9.00	9.00	9.00	1.661	9.551	8.561	18.000	8.561	6.842	137.563	4.281	0.000	0.000	137.563	45.854
6.5	8.75	L	8.75	8.75	8.75	1.690	10.389	8.161	17.500	8.161	6.886	138.456	4.080	0.000	0.000	138.456	46.152
7.0	8.50	L	8.50	8.50	8.50	1.690	11.234	7.774	17.000	7.774	7.215	145.073	3.887	0.000	0.000	145.073	48.358
7.5	8.25	L	8.25	8.25	8.25	1.690	12.079	7.403	16.500	7.403	7.448	149.760	3.701	0.000	0.000	149.760	49.920
8.0	8.00	L	8.00	8.00	8.00	1.690	12.924	7.045	16.000	7.045	7.596	152.732	3.522	0.000	0.000	152.732	50.911
8.5	8.50	L	8.50	8.50	8.50	1.690	13.769	7.348	17.000	7.348	7.691	154.644	3.674	0.000	0.000	154.644	51.548
9.0	9.00	L	9.00	9.00	9.00	1.690	14.614	7.641	18.000	7.641	7.821	157.247	3.821	0.000	0.000	157.247	52.416
9.5	9.50	L	9.50	9.50	9.50	1.690	15.459	7.924	19.000	7.924	7.981	160.475	3.962	0.000	0.000	160.475	53.492
10.0	10.00	L	10.00	10.00	10.00	1.690	16.304	8.196	20.000	8.196	8.139	163.651	4.098	0.000	0.000	163.651	54.550
10.5	10.75	L	10.75	10.75	10.75	1.690	17.149	8.661	21.500	8.661	8.294	166.754	4.330	0.000	0.000	166.754	55.585
11.0	11.50	L	11.50	11.50	11.50	1.690	17.994	9.110	23.000	9.110	8.429	169.476	4.555	0.000	0.000	169.476	56.492

11.5	12.25	L	12.25	12.25	12.25	1.690	18.839	9.544	24.500	9.544	8.535	171.616	4.772	0.000	0.000	171.616	57.205
12.0	13.00	L	13.00	13.00	13.00	1.690	19.684	9.965	26.000	9.965	8.611	173.141	4.982	0.000	0.000	173.141	57.714
12.5	13.00	L	13.00	13.00	13.00	1.690	20.529	9.806	26.000	9.806	8.658	174.076	4.903	0.000	0.000	174.076	58.025
13.0	13.00	L	13.00	13.00	13.00	1.690	21.374	9.652	26.000	9.652	8.728	175.486	4.826	0.000	0.000	175.486	58.495
13.5	13.00	L	13.00	13.00	13.00	1.809	22.248	9.498	26.000	9.498	8.821	177.356	4.749	0.000	0.000	177.356	59.119
14.0	13.00	L	13.00	13.00	13.00	1.809	23.153	9.344	26.000	9.344	8.945	179.853	4.672	0.000	0.000	179.853	59.951
14.5	13.25	L	13.25	13.25	13.25	1.809	24.057	9.371	26.500	9.371	9.100	182.957	4.686	0.000	0.000	182.957	60.986
15.0	13.50	L	13.50	13.50	13.50	1.809	24.962	9.398	27.000	9.398	9.247	185.921	4.699	0.000	0.000	185.921	61.974
15.5	13.75	L	13.75	13.75	13.75	1.809	25.866	9.423	27.500	9.423	9.388	188.753	4.712	0.000	0.000	188.753	62.918
16.0	14.00	L	14.00	14.00	14.00	1.809	26.771	9.448	28.000	9.448	9.540	191.810	4.724	0.000	0.000	191.810	63.937
16.5	14.50	L	14.50	14.50	14.50	1.809	27.675	9.639	29.000	9.639	9.703	195.085	4.819	0.000	0.000	195.085	65.028
17.0	15.00	L	15.00	15.00	15.00	1.809	28.580	9.823	30.000	9.823	9.865	198.351	4.912	0.000	0.000	198.351	66.117
17.5	15.50	L	15.50	15.50	15.50	1.809	29.484	10.003	31.000	10.003	10.027	201.612	5.001	6.285	6.285	207.897	69.299
18.0	16.00	L	16.00	16.00	16.00	1.809	30.389	10.177	32.000	10.177	10.165	204.372	5.088	6.394	12.679	217.051	72.350
18.5	17.00	L	17.00	17.00	17.00	1.809	31.293	10.659	34.000	10.659	10.278	206.649	5.330	6.698	19.377	226.025	75.342
19.0	18.00	L	18.00	18.00	18.00	1.809	32.198	11.129	36.000	11.129	10.399	209.089	5.564	6.992	26.369	235.458	78.486
19.5	19.00	L	19.00	19.00	19.00	1.809	33.102	11.585	38.000	11.585	10.528	211.688	5.792	7.279	33.648	245.336	81.779
20.0	20.00	L	20.00	20.00	20.00	1.809	34.007	12.029	40.000	12.029	10.681	214.760	6.014	7.558	41.206	255.966	85.322
20.5	20.25	L	20.25	20.25	20.25	1.809	34.911	12.016	40.500	12.016	10.857	218.299	6.008	7.550	48.756	267.054	89.018
21.0	20.50	L	20.50	20.50	20.50	1.809	35.816	12.003	41.000	12.003	11.046	222.093	6.002	7.542	56.297	278.391	92.797
21.5	20.75	L	20.75	20.75	20.75	1.809	36.720	11.991	41.500	11.991	11.247	226.137	5.995	7.534	63.831	289.969	96.656
22.0	21.00	L	21.00	21.00	21.00	1.809	37.625	11.979	42.000	11.979	11.460	230.426	5.989	7.526	71.358	301.784	100.595
22.5	21.75	L	21.75	21.75	21.75	1.809	38.529	12.248	43.500	12.248	11.686	234.953	6.124	7.696	79.054	314.006	104.669
23.0	22.50	L	22.50	22.50	22.50	1.809	39.434	12.512	45.000	12.512	11.913	239.527	6.256	7.861	86.915	326.441	108.814
23.5	23.25	L	23.25	23.25	23.25	1.809	40.338	12.768	46.500	12.768	12.143	244.148	6.384	8.022	94.937	339.085	113.028
24.0	24.00	L	24.00	24.00	24.00	1.809	41.243	13.018	48.000	13.018	12.347	248.246	6.509	8.180	103.117	351.363	117.121
24.5	24.75	L	24.75	24.75	24.75	1.809	42.147	13.262	49.500	13.262	12.525	251.834	6.631	8.333	111.450	363.284	121.095
25.0	25.50	L	25.50	25.50	25.50	1.809	43.052	13.501	51.000	13.501	12.662	254.575	6.750	8.483	119.933	374.507	124.836
25.5	26.25	L	26.25	26.25	26.25	1.809	43.956	13.733	52.500	13.733	12.757	256.490	6.867	8.629	128.562	385.051	128.350

26.0	27.00	L	27.00	27.00	27.00	1.809	44.861	13.961	54.000	13.961	12.832	258.009	6.980	8.772	137.333	395.342	131.781
26.5	26.75	L	26.75	26.75	26.75	1.809	45.765	13.671	53.500	13.671	12.889	259.145	6.836	8.590	145.923	405.068	135.023
27.0	26.50	L	26.50	26.50	26.50	1.809	46.670	13.389	53.000	13.389	12.951	260.404	6.694	8.413	154.336	414.740	138.247
27.5	26.25	L	26.25	26.25	26.25	1.809	47.574	13.113	52.500	13.113	13.020	261.785	6.556	8.239	162.575	424.360	141.453
28.0	26.00	L	26.00	26.00	26.00	1.809	48.479	12.843	52.000	12.843	13.056	262.501	6.421	8.069	170.644	433.145	144.382
28.5	26.50	L	26.50	26.50	26.50	1.809	49.383	12.945	53.000	12.945	13.059	262.565	6.473	8.134	178.778	441.343	147.114
29.0	27.00	L	27.00	27.00	27.00	1.809	50.288	13.045	54.000	13.045	13.015	261.677	6.523	8.197	186.975	448.651	149.550
29.5	27.50	L	27.50	27.50	27.50	1.809	51.192	13.143	55.000	13.143	12.924	259.857	6.572	8.258	195.233	455.090	151.697
30.0	28.00	L	28.00	28.00	28.00	1.809	52.097	13.239	56.000	13.239	12.845	258.254	6.620	8.318	203.551	461.806	153.935
30.5	27.00	L	27.00	27.00	27.00	1.809	53.001	12.631	54.000	12.631	12.775	256.865	6.316	7.937	211.488	468.353	156.118
31.0	26.00	L	26.00	26.00	26.00	1.809	53.906	12.036	52.000	12.036	12.717	255.687	6.018	7.563	219.051	474.737	158.246
31.5	25.00	L	25.00	25.00	25.00	1.809	54.810	11.453	50.000	11.453	12.669	254.716	5.727	7.196	226.247	480.963	160.321
32.0	24.00	L	24.00	24.00	24.00	1.809	55.715	10.883	48.000	10.883	12.589	253.107	5.441	6.838	233.085	486.192	162.064
32.5	25.25	L	25.25	25.25	25.25	1.809	56.619	11.333	50.500	11.333	12.477	250.873	5.667	7.121	240.205	491.078	163.693
33.0	26.50	L	26.50	26.50	26.50	1.809	57.524	11.775	53.000	11.775	12.364	248.598	5.887	7.398	247.604	496.201	165.400
33.5	27.75	L	27.75	27.75	27.75	1.809	58.428	12.207	55.500	12.207	12.249	246.281	6.104	7.670	255.274	501.555	167.185
34.0	29.00	L	29.00	29.00	29.00	1.809	59.333	12.632	58.000	12.632	12.143	244.154	6.316	7.937	263.211	507.364	169.121
34.5	28.50	L	28.50	28.50	28.50	1.809	60.237	12.293	57.000	12.293	12.047	242.212	6.146	7.724	270.934	513.146	171.049
35.0	28.00	L	28.00	28.00	28.00	1.809	61.142	11.960	56.000	11.960	11.939	240.041	5.980	7.515	278.449	518.490	172.830
35.5	27.50	L	27.50	27.50	27.50	1.809	62.046	11.635	55.000	11.635	11.820	237.646	5.817	7.310	285.759	523.406	174.469
36.0	27.00	L	27.00	27.00	27.00	1.809	62.951	11.315	54.000	11.315	11.695	235.144	5.657	7.109	292.869	528.012	176.004
36.5	27.00	L	27.00	27.00	27.00	1.809	63.855	11.209	54.000	11.209	11.565	232.535	5.604	7.043	299.911	532.447	177.482
37.0	27.00	L	27.00	27.00	27.00	1.809	64.760	11.104	54.000	11.104	11.469	230.608	5.552	6.977	306.888	537.496	179.165
37.5	27.00	L	27.00	27.00	27.00	1.809	65.664	11.002	54.000	11.002	11.407	229.346	5.501	6.913	313.801	543.147	181.049
38.0	27.00	L	27.00	27.00	27.00	1.809	66.569	10.902	54.000	10.902	11.355	228.306	5.451	6.850	320.651	548.957	182.986
38.5	27.25	L	27.25	27.25	27.25	1.809	67.473	10.903	54.500	10.903	11.314	227.481	5.451	6.851	327.501	554.982	184.994
39.0	27.50	L	27.50	27.50	27.50	1.809	68.378	10.904	55.000	10.904	11.227	225.738	5.452	6.851	334.353	560.090	186.697
39.5	27.75	L	27.75	27.75	27.75	1.809	69.282	10.906	55.500	10.906	11.096	223.093	5.453	6.852	341.205	564.297	188.099
40.0	28.00	L	28.00	28.00	28.00	1.809	70.187	10.907	56.000	10.907	10.946	220.084	5.453	6.853	348.058	568.142	189.381



40.5	27.25	L	27.25	27.25	27.25	1.809	71.091	10.522	54.500	10.522	10.779	216.720	5.261	6.611	354.669	571.389	190.463
41.0	26.50	L	26.50	26.50	26.50	1.809	71.996	10.144	53.000	10.144	10.636	213.849	5.072	6.374	361.043	574.892	191.631
41.5	25.75	L	25.75	25.75	25.75	1.809	72.900	9.772	51.500	9.772	10.517	211.464	4.886	6.140	367.183	578.647	192.882
42.0	25.00	L	25.00	25.00	25.00	1.809	73.805	9.407	50.000	9.407	10.407	209.253	4.703	5.911	373.093	582.346	194.115
42.5	25.50	L	25.50	25.50	25.50	1.809	74.709	9.514	51.000	9.514	10.306	207.211	4.757	5.978	379.071	586.282	195.427
43.0	26.00	L	26.00	26.00	26.00	1.809	75.614	9.619	52.000	9.619	10.201	205.104	4.810	6.044	385.115	590.219	196.740
43.5	26.50	L	26.50	26.50	26.50	1.809	76.518	9.723	53.000	9.723	10.093	202.932	4.862	6.109	391.225	594.156	198.052
44.0	27.00	L	27.00	27.00	27.00	1.809	77.423	9.825	54.000	9.825	10.001	201.086	4.913	6.173	397.398	598.484	199.495
44.5	26.75	L	26.75	26.75	26.75	1.809	78.327	9.655	53.500	9.655	9.925	199.561	4.827	6.066	403.464	603.025	201.008
45.0	26.50	L	26.50	26.50	26.50	1.809	79.232	9.487	53.000	9.487	9.860	198.239	4.744	5.961	409.425	607.664	202.555
45.5	26.25	L	26.25	26.25	26.25	1.809	80.136	9.322	52.500	9.322	9.804	197.119	4.661	5.857	415.282	612.401	204.134
46.0	26.00	L	26.00	26.00	26.00	1.809	81.041	9.160	52.000	9.160	9.739	195.817	4.580	5.755	421.037	616.855	205.618
46.5	26.75	L	26.75	26.75	26.75	1.809	81.945	9.349	53.500	9.349	9.666	194.338	4.675	5.874	426.912	621.250	207.083
47.0	27.50	L	27.50	27.50	27.50	1.809	82.850	9.536	55.000	9.536	9.605	193.114	4.768	5.992	432.904	626.018	208.673
47.5	28.25	L	28.25	28.25	28.25	1.809	83.754	9.720	56.500	9.720	9.556	192.142	4.860	6.107	439.011	631.153	210.384
48.0	29.00	L	29.00	29.00	29.00	1.809	84.659	9.901	58.000	9.901	9.557	192.150	4.951	6.221	445.232	637.382	212.461
48.5	28.75	L	28.75	28.75	28.75	1.809	85.563	9.741	57.500	9.741	9.605	193.124	4.870	6.120	451.352	644.476	214.825
49.0	28.50	L	28.50	28.50	28.50	1.809	86.468	9.582	57.000	9.582	9.675	194.527	4.791	6.021	457.373	651.899	217.300
49.5	28.25	L	28.25	28.25	28.25	1.809	87.372	9.427	56.500	9.427	9.766	196.353	4.713	5.923	463.296	659.649	219.883
50.0	28.00	L	28.00	28.00	28.00	1.809	88.277	9.273	56.000	9.273	9.820	197.438	4.637	5.827	469.122	666.560	222.187
50.5	29.75	L	29.75	29.75	29.75	1.809	89.181	9.780	59.500	9.780	9.837	197.792	4.890	6.145	475.267	673.059	224.353
51.0	31.50	L	31.50	31.50	31.50	1.809	90.086	10.279	63.000	10.279	9.834	197.729	5.139	6.458	481.725	679.454	226.485
51.5	33.25	L	33.25	33.25	33.25	1.809	90.990	10.770	66.500	10.770	9.811	197.254	5.385	6.767	488.492	685.746	228.582
52.0	35.00	L	35.00	35.00	35.00	1.809	91.895	11.254	70.000	11.254	9.797	196.978	5.627	7.071	495.564	692.542	230.847
52.5	33.50	L	33.50	33.50	33.50	1.809	92.799	10.694	67.000	10.694	9.793	196.900	5.347	6.719	502.283	699.183	233.061
53.0	32.00	L	32.00	32.00	32.00	1.809	93.704	10.142	64.000	10.142	9.779	196.625	5.071	6.373	508.656	705.280	235.093
53.5	30.50	L	30.50	30.50	30.50	1.809	94.608	9.598	61.000	9.598	9.756	196.156	4.799	6.031	514.687	710.842	236.947
54.0	29.00	L	29.00	29.00	29.00	1.809	95.513	9.062	58.000	9.062	9.727	195.580	4.531	5.694	520.380	715.961	238.654
54.5	29.25	L	29.25	29.25	29.25	1.809	96.417	9.076	58.500	9.076	9.694	194.901	4.538	5.702	526.082	720.983	240.328

55.0	29.50	L	29.50	29.50	29.50	1.809	97.322	9.089	59.000	9.089	9.673	194.497	4.545	5.711	531.794	726.290	242.097
55.5	29.75	L	29.75	29.75	29.75	1.809	98.226	9.103	59.500	9.103	9.667	194.365	4.551	5.720	537.513	731.878	243.959
56.0	30.00	L	30.00	30.00	30.00	1.809	99.131	9.116	60.000	9.116	9.657	194.172	4.558	5.728	543.241	737.413	245.804
56.5	30.50	L	30.50	30.50	30.50	1.809	100.035	9.205	61.000	9.205	9.645	193.919	4.603	5.784	549.025	742.944	247.648
57.0	31.00	L	31.00	31.00	31.00	1.809	100.940	9.293	62.000	9.293	9.593	192.873	4.646	5.839	554.864	747.737	249.246
57.5	31.50	L	31.50	31.50	31.50	1.809	101.844	9.379	63.000	9.379	9.502	191.045	4.689	5.893	560.756	751.801	250.600
58.0	32.00	L	32.00	32.00	32.00	1.809	102.749	9.464	64.000	9.464	9.427	189.544	4.732	5.946	566.703	756.247	252.082
58.5	31.50	L	31.50	31.50	31.50	1.809	103.653	9.254	63.000	9.254	9.313	187.248	4.627	5.815	572.518	759.766	253.255
59.0	31.00	L	31.00	31.00	31.00	1.809	104.558	9.047	62.000	9.047	9.221	185.396	4.524	5.685	578.202	763.599	254.533
59.5	30.50	L	30.50	30.50	30.50	1.809	105.462	8.843	61.000	8.843	9.155	184.073	4.421	5.556	583.758	767.831	255.944
60.0	30.00	L	30.00	30.00	30.00	1.809	106.367	8.641	60.000	8.641	9.121	183.388	4.321	5.430	589.188	772.576	257.525

### PERHITUNGAN DAYA DUKUNG AKSIAL PONDASI GEDUNG SPAZIO TOWER

Bor no. : B2  
 Pile diameter : 80 cm  
 Depth increment : 0.5 m

Depth (m)	N (blow/ft)	L/P	N >15sand 15+..	N >15sand 0.6 N	N >15sand	$\gamma_{\text{tanah}}$ (t/m3)	po (ton/m2)	N Corr	2N	N Corr	N rata2 ujung	Qujung (ton)	fsi (ton/m2)	Rsi (ton)	$\Sigma$ Rsi (ton)	Qult = Qujung+ $\Sigma$ Rsi	Qijin = Qult/SF SF=3 ; (ton)
0.5	1.0	L	1.0	1.0	1.0	1.676	0.419	3.426	2.0	2.0	5.779	116.192	1.713	0.000	0.000	116.192	38.731
1.0	2.0	L	2.0	2.0	2.0	1.676	1.257	5.323	4.0	4.0	6.077	122.183	2.662	0.000	0.000	122.183	40.728
1.5	3.0	L	3.0	3.0	3.0	1.676	2.095	6.529	6.0	6.0	6.313	126.936	3.264	0.000	0.000	126.936	42.312
2.0	4.0	L	4.0	4.0	4.0	1.676	2.933	7.362	8.0	7.4	6.478	130.244	3.681	0.000	0.000	130.244	43.415
2.5	4.8	L	4.8	4.8	4.8	1.676	3.771	7.575	9.5	7.6	6.621	133.121	3.787	0.000	0.000	133.121	44.374
3.0	5.5	L	5.5	5.5	5.5	1.676	4.609	7.737	11.0	7.7	6.767	136.067	3.868	0.000	0.000	136.067	45.356
3.5	6.3	L	6.3	6.3	6.3	1.676	5.447	7.865	12.5	7.9	6.915	139.043	3.932	0.000	0.000	139.043	46.348
4.0	7.0	L	7.0	7.0	7.0	1.676	6.285	7.968	14.0	8.0	6.992	140.584	3.984	0.000	0.000	140.584	46.861
4.5	7.5	L	7.5	7.5	7.5	1.676	7.123	7.794	15.0	7.8	7.014	141.031	3.897	0.000	0.000	141.031	47.010
5.0	8.0	L	8.0	8.0	8.0	1.676	7.961	7.909	16.0	7.9	6.995	140.635	3.954	0.000	0.000	140.635	46.878
5.5	8.5	L	8.5	8.5	8.5	1.676	8.799	8.233	17.0	8.2	6.942	139.581	4.116	0.000	0.000	139.581	46.527
6.0	9.0	L	9.0	9.0	9.0	1.676	9.637	8.544	18.0	8.5	6.915	139.029	4.272	0.000	0.000	139.029	46.343
6.5	8.5	L	8.5	8.5	8.5	1.676	10.475	7.912	17.0	7.9	6.908	138.884	3.956	0.000	0.000	138.884	46.295
7.0	8.0	L	8.0	8.0	8.0	1.676	11.313	7.304	16.0	7.3	7.190	144.561	3.652	0.000	0.000	144.561	48.187
7.5	7.5	L	7.5	7.5	7.5	1.676	12.151	6.719	15.0	6.7	7.377	148.327	3.359	0.000	0.000	148.327	49.442
8.0	7.0	L	7.0	7.0	7.0	1.676	12.989	6.155	14.0	6.2	7.446	149.719	3.078	0.000	0.000	149.719	49.906
8.5	7.5	L	7.5	7.5	7.5	1.676	13.827	6.476	15.0	6.5	7.433	149.455	3.238	0.000	0.000	149.455	49.818
9.0	8.0	L	8.0	8.0	8.0	1.676	14.665	6.785	16.0	6.8	7.402	148.825	3.392	0.000	0.000	148.825	49.608
9.5	8.5	L	8.5	8.5	8.5	1.676	15.503	7.083	17.0	7.1	7.355	147.887	3.541	0.000	0.000	147.887	49.296
10.0	9.0	L	9.0	9.0	9.0	1.676	16.341	7.371	18.0	7.4	7.348	147.738	3.685	0.000	0.000	147.738	49.246
10.5	9.0	L	9.0	9.0	9.0	1.676	17.179	7.247	18.0	7.2	7.380	148.376	3.623	0.000	0.000	148.376	49.459
11.0	9.0	L	9.0	9.0	9.0	1.676	18.017	7.126	18.0	7.1	7.605	152.916	3.563	0.000	0.000	152.916	50.972

11.5	9.0	L	9.0	9.0	9.0	1.676	18.855	7.010	18.0	7.0	7.875	158.327	3.505	0.000	0.000	158.327	52.776
12.0	9.0	L	9.0	9.0	9.0	1.676	19.693	6.897	18.0	6.9	8.111	163.089	3.449	0.000	0.000	163.089	54.363
12.5	10.3	L	10.3	10.3	10.3	1.676	20.531	7.731	20.5	7.7	8.317	167.227	3.866	0.000	0.000	167.227	55.742
13.0	11.5	L	11.5	11.5	11.5	1.676	21.369	8.539	23.0	8.5	8.545	171.806	4.270	0.000	0.000	171.806	57.269
13.5	12.8	L	12.8	12.8	12.8	1.808	10.508	11.858	25.5	11.9	8.794	176.809	5.929	0.000	0.000	176.809	58.936
14.0	14.0	L	14.0	14.0	14.0	1.808	11.412	12.753	28.0	12.8	9.097	182.912	6.376	0.000	0.000	182.912	60.971
14.5	14.0	L	14.0	14.0	14.0	1.808	12.316	12.496	28.0	12.5	9.453	190.073	6.248	0.000	0.000	190.073	63.358
15.0	14.0	L	14.0	14.0	14.0	1.808	13.220	12.248	28.0	12.2	9.812	197.292	6.124	0.000	0.000	197.292	65.764
15.5	14.0	L	14.0	14.0	14.0	1.808	14.124	12.011	28.0	12.0	10.174	204.565	6.005	0.000	0.000	204.565	68.188
16.0	14.0	L	14.0	14.0	14.0	1.808	15.028	11.783	28.0	11.8	10.539	211.890	5.891	0.000	0.000	211.890	70.630
16.5	14.8	L	14.8	14.8	14.8	1.808	15.932	12.182	29.5	12.2	10.905	219.267	6.091	0.000	0.000	219.267	73.089
17.0	15.5	L	15.5	15.5	15.5	1.808	16.836	12.567	31.0	12.6	11.297	227.143	6.283	0.000	0.000	227.143	75.714
17.5	16.3	L	16.3	16.3	16.3	1.808	17.740	12.938	32.5	12.9	11.713	235.502	6.469	8.129	8.129	243.631	81.210
18.0	17.0	L	17.0	17.0	17.0	1.808	18.644	13.296	34.0	13.3	12.112	243.524	6.648	8.354	16.483	260.007	86.669
18.5	17.8	L	17.8	17.8	17.8	1.808	19.548	13.641	35.5	13.6	12.495	251.222	6.821	8.571	25.054	276.276	92.092
19.0	18.5	L	18.5	18.5	18.5	1.808	20.452	13.975	37.0	14.0	12.810	257.551	6.987	8.781	33.835	291.386	97.129
19.5	19.3	L	19.3	19.3	19.3	1.808	21.356	14.297	38.5	14.3	13.058	262.555	7.149	8.983	42.818	305.374	101.791
20.0	20.0	L	20.0	20.0	20.0	1.808	22.260	14.609	40.0	14.6	13.159	264.572	7.305	9.179	51.997	316.570	105.523
20.5	19.8	L	19.8	19.8	19.8	1.808	23.164	14.192	39.5	14.2	13.244	266.289	7.096	8.917	60.915	327.204	109.068
21.0	19.5	L	19.5	19.5	19.5	1.808	24.068	13.789	39.0	13.8	13.378	268.971	6.894	8.664	69.578	338.549	112.850
21.5	19.3	L	19.3	19.3	19.3	1.808	24.972	13.398	38.5	13.4	13.557	272.587	6.699	8.418	77.997	350.584	116.861
22.0	19.0	L	19.0	19.0	19.0	1.808	25.876	13.019	38.0	13.0	13.729	276.042	6.510	8.180	86.177	362.219	120.740
22.5	20.3	L	20.3	20.3	20.3	1.808	26.780	13.664	40.5	13.7	13.893	279.339	6.832	8.585	94.762	374.101	124.700
23.0	21.5	L	21.5	21.5	21.5	1.808	27.684	14.290	43.0	14.3	14.015	281.786	7.145	8.978	103.740	385.526	128.509
23.5	22.8	L	22.8	22.8	22.8	1.808	28.588	14.897	45.5	14.9	14.096	283.412	7.448	9.360	113.100	396.512	132.171
24.0	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.808	29.492	15.486	48.0	15.5	14.154	284.579	7.743	9.730	122.830	407.409	135.803
24.5	23.8	L	23.8	23.8	23.8	1.808	30.396	15.104	47.5	15.1	14.190	285.302	7.552	9.490	132.320	417.623	139.208
25.0	23.5	L	23.5	23.5	23.5	1.808	31.300	14.734	47.0	14.7	14.204	285.597	7.367	9.257	141.578	427.175	142.392
25.5	23.3	L	23.3	23.3	23.3	1.808	32.204	14.373	46.5	14.4	14.198	285.478	7.187	9.031	150.609	436.086	145.362

26.0	23.0	L	23.0	23.0	23.0	1.808	33.108	14.023	46.0	14.0	14.188	285.276	7.011	8.811	159.419	444.696	148.232
26.5	23.3	L	23.3	23.3	23.3	1.808	34.012	13.982	46.5	14.0	14.175	284.998	6.991	8.785	168.205	453.202	151.067
27.0	23.5	L	23.5	23.5	23.5	1.808	34.916	13.943	47.0	13.9	14.197	285.449	6.972	8.761	176.966	462.415	154.138
27.5	23.8	L	23.8	23.8	23.8	1.808	35.820	13.905	47.5	13.9	14.255	286.609	6.953	8.737	185.703	472.311	157.437
28.0	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.808	36.724	13.868	48.0	13.9	14.309	287.699	6.934	8.714	194.416	482.115	160.705
28.5	24.8	L	24.8	24.8	24.8	1.808	37.628	14.117	49.5	14.1	14.360	288.719	7.059	8.870	203.286	492.005	164.002
29.0	25.5	L	25.5	25.5	25.5	1.808	38.532	14.360	51.0	14.4	14.351	288.537	7.180	9.022	212.309	500.845	166.948
29.5	26.3	L	26.3	26.3	26.3	1.808	39.436	14.596	52.5	14.6	14.283	287.185	7.298	9.171	221.480	508.665	169.555
30.0	27.0	L	27.0	27.0	27.0	1.808	40.340	14.827	54.0	14.8	14.181	285.129	7.414	9.316	230.796	515.925	171.975
30.5	26.5	L	26.5	26.5	26.5	1.808	41.244	14.374	53.0	14.4	14.045	282.389	7.187	9.031	239.827	522.216	174.072
31.0	26.0	L	26.0	26.0	26.0	1.808	42.148	13.932	52.0	13.9	13.929	280.050	6.966	8.754	248.581	528.631	176.210
31.5	25.5	L	25.5	25.5	25.5	1.808	43.052	13.501	51.0	13.5	13.832	278.100	6.750	8.483	257.064	535.164	178.388
32.0	25.0	L	25.0	25.0	25.0	1.808	43.956	13.079	50.0	13.1	13.740	276.253	6.540	8.218	265.282	541.535	180.512
32.5	25.3	L	25.3	25.3	25.3	1.808	44.860	13.056	50.5	13.1	13.653	274.505	6.528	8.203	273.485	547.990	182.663
33.0	25.5	L	25.5	25.5	25.5	1.808	45.764	13.033	51.0	13.0	13.554	272.514	6.516	8.189	281.674	554.188	184.729
33.5	25.8	L	25.8	25.8	25.8	1.808	46.668	13.010	51.5	13.0	13.443	270.287	6.505	8.175	289.848	560.135	186.712
34.0	26.0	L	26.0	26.0	26.0	1.808	47.572	12.988	52.0	13.0	13.334	268.091	6.494	8.161	298.009	566.101	188.700
34.5	25.8	L	25.8	25.8	25.8	1.808	48.476	12.720	51.5	12.7	13.226	265.927	6.360	7.992	306.001	571.928	190.643
35.0	25.5	L	25.5	25.5	25.5	1.808	49.380	12.457	51.0	12.5	13.104	263.474	6.229	7.827	313.828	577.303	192.434
35.5	25.3	L	25.3	25.3	25.3	1.808	50.284	12.200	50.5	12.2	12.968	260.741	6.100	7.666	321.494	582.235	194.078
36.0	25.0	L	25.0	25.0	25.0	1.808	51.188	11.949	50.0	11.9	12.825	257.860	5.975	7.508	329.002	586.862	195.621
36.5	25.3	L	25.3	25.3	25.3	1.808	52.092	11.940	50.5	11.9	12.674	254.835	5.970	7.502	336.504	591.339	197.113
37.0	25.5	L	25.5	25.5	25.5	1.808	52.996	11.930	51.0	11.9	12.555	252.429	5.965	7.496	344.000	596.429	198.810
37.5	25.8	L	25.8	25.8	25.8	1.808	53.900	11.921	51.5	11.9	12.465	250.627	5.961	7.490	351.490	602.117	200.706
38.0	26.0	L	26.0	26.0	26.0	1.808	54.804	11.912	52.0	11.9	12.399	249.293	5.956	7.485	358.975	608.268	202.756
38.5	26.5	L	26.5	26.5	26.5	1.808	55.708	12.017	53.0	12.0	12.355	248.415	6.009	7.551	366.526	614.941	204.980
39.0	27.0	L	27.0	27.0	27.0	1.808	56.612	12.120	54.0	12.1	12.312	247.551	6.060	7.615	374.141	621.692	207.231
39.5	27.5	L	27.5	27.5	27.5	1.808	57.516	12.220	55.0	12.2	12.270	246.700	6.110	7.678	381.819	628.518	209.506
40.0	28.0	L	28.0	28.0	28.0	1.808	58.420	12.319	56.0	12.3	12.216	245.626	6.159	7.740	389.559	635.185	211.728

40.5	28.3	L	28.3	28.3	28.3	1.808	59.324	12.306	56.5	12.3	12.152	244.335	6.153	7.732	397.291	641.626	213.875
41.0	28.5	L	28.5	28.5	28.5	1.808	60.228	12.294	57.0	12.3	12.091	243.107	6.147	7.725	405.015	648.122	216.041
41.5	28.8	L	28.8	28.8	28.8	1.808	61.132	12.282	57.5	12.3	12.033	241.938	6.141	7.717	412.733	654.670	218.223
42.0	29.0	L	29.0	29.0	29.0	1.808	62.036	12.270	58.0	12.3	11.989	241.052	6.135	7.710	420.442	661.495	220.498
42.5	28.8	L	28.8	28.8	28.8	1.808	62.940	12.049	57.5	12.0	11.959	240.444	6.025	7.571	428.013	668.457	222.819
43.0	28.5	L	28.5	28.5	28.5	1.808	63.844	11.833	57.0	11.8	11.929	239.843	5.916	7.435	435.448	675.291	225.097
43.5	28.3	L	28.3	28.3	28.3	1.808	64.748	11.620	56.5	11.6	11.899	239.249	5.810	7.301	442.749	681.997	227.332
44.0	28.0	L	28.0	28.0	28.0	1.808	65.652	11.411	56.0	11.4	11.848	238.226	5.705	7.170	449.918	688.145	229.382
44.5	28.3	L	28.3	28.3	28.3	1.808	66.556	11.408	56.5	11.4	11.777	236.783	5.704	7.168	457.086	693.869	231.290
45.0	28.5	L	28.5	28.5	28.5	1.808	67.460	11.405	57.0	11.4	11.678	234.799	5.702	7.166	464.252	699.051	233.017
45.5	28.8	L	28.8	28.8	28.8	1.808	68.364	11.401	57.5	11.4	11.553	232.285	5.701	7.164	471.416	703.700	234.567
46.0	29.0	L	29.0	29.0	29.0	1.808	69.268	11.398	58.0	11.4	11.423	229.670	5.699	7.162	478.577	708.247	236.082
46.5	28.3	L	28.3	28.3	28.3	1.808	70.172	11.006	56.5	11.0	11.288	226.956	5.503	6.915	485.493	712.448	237.483
47.0	27.5	L	27.5	27.5	27.5	1.808	71.076	10.620	55.0	10.6	11.154	224.266	5.310	6.673	492.166	716.432	238.811
47.5	26.8	L	26.8	26.8	26.8	1.808	71.980	10.241	53.5	10.2	11.022	221.602	5.121	6.435	498.600	720.202	240.067
48.0	26.0	L	26.0	26.0	26.0	1.808	72.884	9.869	52.0	9.9	10.921	219.570	4.934	6.201	504.801	724.371	241.457
48.5	26.3	L	26.3	26.3	26.3	1.808	73.788	9.879	52.5	9.9	10.851	218.162	4.939	6.207	511.008	729.170	243.057
49.0	26.5	L	26.5	26.5	26.5	1.808	74.692	9.889	53.0	9.9	10.823	217.602	4.944	6.213	517.221	734.823	244.941
49.5	26.8	L	26.8	26.8	26.8	1.808	75.596	9.899	53.5	9.9	10.836	217.874	4.949	6.219	523.441	741.315	247.105
50.0	27.0	L	27.0	27.0	27.0	1.808	76.500	9.908	54.0	9.9	10.851	218.178	4.954	6.226	529.666	747.845	249.282
50.5	28.8	L	28.8	28.8	28.8	1.808	77.404	10.464	57.5	10.5	10.868	218.513	5.232	6.575	536.241	754.754	251.585
51.0	30.5	L	30.5	30.5	30.5	1.808	78.308	11.010	61.0	11.0	10.875	218.653	5.505	6.918	543.159	761.811	253.937
51.5	32.3	L	32.3	32.3	32.3	1.808	79.212	11.548	64.5	11.5	10.872	218.599	5.774	7.256	550.414	769.013	256.338
52.0	34.0	L	34.0	34.0	34.0	1.808	80.116	12.076	68.0	12.1	10.851	218.165	6.038	7.588	558.002	776.167	258.722
52.5	33.8	L	33.8	33.8	33.8	1.808	81.020	11.892	67.5	11.9	10.810	217.356	5.946	7.472	565.474	782.830	260.943
53.0	33.5	L	33.5	33.5	33.5	1.808	81.924	11.711	67.0	11.7	10.773	216.613	5.855	7.358	572.832	789.446	263.149
53.5	33.3	L	33.3	33.3	33.3	1.808	82.828	11.532	66.5	11.5	10.740	215.935	5.766	7.246	580.078	796.013	265.338
54.0	33.0	L	33.0	33.0	33.0	1.808	83.732	11.357	66.0	11.4	10.732	215.781	5.678	7.136	587.214	802.995	267.665
54.5	32.3	L	32.3	32.3	32.3	1.808	84.636	11.013	64.5	11.0	10.750	216.143	5.506	6.920	594.133	810.276	270.092

55.0	31.5	L	31.5	31.5	31.5	1.808	85.540	10.674	63.0	10.7	10.772	216.592	5.337	6.707	600.840	817.432	272.477
55.5	30.8	L	30.8	30.8	30.8	1.808	86.444	10.341	61.5	10.3	10.799	217.126	5.171	6.497	607.338	824.464	274.821
56.0	30.0	L	30.0	30.0	30.0	1.808	87.348	10.013	60.0	10.0	10.825	217.655	5.006	6.291	613.629	831.284	277.095
56.5	30.5	L	30.5	30.5	30.5	1.808	88.252	10.103	61.0	10.1	10.851	218.180	5.052	6.348	619.977	838.156	279.385
57.0	31.0	L	31.0	31.0	31.0	1.808	89.156	10.193	62.0	10.2	10.847	218.089	5.096	6.404	626.381	844.470	281.490
57.5	31.5	L	31.5	31.5	31.5	1.808	90.060	10.281	63.0	10.3	10.812	217.393	5.140	6.460	632.841	850.234	283.411
58.0	32.0	L	32.0	32.0	32.0	1.808	90.964	10.367	64.0	10.4	10.769	216.523	5.184	6.514	639.355	855.878	285.293
58.5	32.3	L	32.3	32.3	32.3	1.808	91.868	10.372	64.5	10.4	10.687	214.880	5.186	6.517	645.872	860.752	286.917
59.0	32.5	L	32.5	32.5	32.5	1.808	92.772	10.377	65.0	10.4	10.607	213.265	5.189	6.520	652.392	865.657	288.552
59.5	32.8	L	32.8	32.8	32.8	1.808	93.676	10.382	65.5	10.4	10.528	211.680	5.191	6.523	658.916	870.595	290.198
60.0	33.0	L	33.0	33.0	33.0	1.808	94.580	10.387	66.0	10.4	10.451	210.127	5.194	6.526	665.442	875.569	291.856

### PERHITUNGAN DAYA DUKUNG AKSIAL PONDASI GEDUNG SPAZIO TOWER

Bor no. : B3  
 Pile diameter : 80 cm  
 Depth increment : 0.5 m

Depth (m)	N (blow/ft)	L/P	N >15sand 15+..	N >15sand 0,6 N	N >15sand	$\gamma_{tanah}$ (t/m <sup>3</sup> )	po (ton/m <sup>2</sup> )	N Corr	2N	N Corr	N rata2 ujung	Qujung (ton)	fsi (ton/m <sup>2</sup> )	Rsi (ton)	$\Sigma$ Rsi (ton)	Qult = Qujung + $\Sigma$ Rsi	Qijin = Qult/SF SF=3 ; (ton)
0.5	0.5	L	0.5	0.5	0.5	1.674	0.419	1.7	1.0	1.0	3.167	63.667	0.857	0.000	0.000	63.667	21.222
1.0	1.0	L	1.0	1.0	1.0	1.674	1.256	2.7	2.0	2.0	3.479	69.945	1.331	0.000	0.000	69.945	23.315
1.5	1.5	L	1.5	1.5	1.5	1.674	2.093	3.3	3.0	3.0	3.756	75.518	1.633	0.000	0.000	75.518	25.173
2.0	2.0	L	2.0	2.0	2.0	1.674	2.930	3.7	4.0	3.7	3.916	78.745	1.842	0.000	0.000	78.745	26.248
2.5	2.8	L	2.8	2.8	2.8	1.674	3.767	4.4	5.5	4.4	4.019	80.812	2.194	0.000	0.000	80.812	26.937
3.0	3.5	L	3.5	3.5	3.5	1.674	4.604	4.9	7.0	4.9	4.094	82.319	2.464	0.000	0.000	82.319	27.440
3.5	4.3	L	4.3	4.3	4.3	1.674	5.441	5.4	8.5	5.4	4.149	83.414	2.676	0.000	0.000	83.414	27.805
4.0	5.0	L	5.0	5.0	5.0	1.674	6.278	5.7	10.0	5.7	4.223	84.918	2.848	0.000	0.000	84.918	28.306
4.5	5.0	L	5.0	5.0	5.0	1.674	7.115	5.2	10.0	5.2	4.313	86.722	2.600	0.000	0.000	86.722	28.907
5.0	5.0	L	5.0	5.0	5.0	1.674	7.952	4.9	10.0	4.9	4.414	88.748	2.472	0.000	0.000	88.748	29.583
5.5	5.0	L	5.0	5.0	5.0	1.674	8.789	4.8	10.0	4.8	4.523	90.939	2.422	0.000	0.000	90.939	30.313
6.0	5.0	L	5.0	5.0	5.0	1.674	9.626	4.7	10.0	4.7	4.625	92.996	2.374	0.000	0.000	92.996	30.999
6.5	5.5	L	5.5	5.5	5.5	1.674	10.463	5.1	11.0	5.1	4.722	94.937	2.560	0.000	0.000	94.937	31.646
7.0	6.0	L	6.0	6.0	6.0	1.674	11.300	5.5	12.0	5.5	5.025	101.036	2.740	0.000	0.000	101.036	33.679
7.5	6.5	L	6.5	6.5	6.5	1.674	12.137	5.8	13.0	5.8	5.278	106.124	2.912	0.000	0.000	106.124	35.375
8.0	7.0	L	7.0	7.0	7.0	1.674	12.974	6.2	14.0	6.2	5.503	110.645	3.079	0.000	0.000	110.645	36.882
8.5	7.3	L	7.3	7.3	7.3	1.674	13.811	6.3	14.5	6.3	5.716	114.937	3.131	0.000	0.000	114.937	38.312
9.0	7.5	L	7.5	7.5	7.5	1.674	14.648	6.4	15.0	6.4	5.916	118.957	3.182	0.000	0.000	118.957	39.652
9.5	7.8	L	7.8	7.8	7.8	1.674	15.485	6.5	15.5	6.5	6.111	122.874	3.230	0.000	0.000	122.874	40.958
10.0	8.0	L	8.0	8.0	8.0	1.674	16.322	6.6	16.0	6.6	6.348	127.636	3.277	0.000	0.000	127.636	42.545
10.5	8.8	L	8.8	8.8	8.8	1.674	17.159	7.0	17.5	7.0	6.629	133.283	3.524	0.000	0.000	133.283	44.428
11.0	9.5	L	9.5	9.5	9.5	1.674	17.996	7.5	19.0	7.5	6.998	140.712	3.763	0.000	0.000	140.712	46.904



11.5	10.3	L	10.3	10.3	10.3	1.674	18.833	8.0	20.5	8.0	7.441	149.616	3.994	0.000	0.000	149.616	49.872
12.0	11.0	L	11.0	11.0	11.0	1.674	19.670	8.4	22.0	8.4	7.878	158.402	4.217	0.000	0.000	158.402	52.801
12.5	12.8	L	12.8	12.8	12.8	1.806	20.540	9.6	25.5	9.6	8.309	167.072	4.808	0.000	0.000	167.072	55.691
13.0	14.5	L	14.5	14.5	14.5	1.806	21.443	10.8	29.0	10.8	8.709	175.110	5.376	0.000	0.000	175.110	58.370
13.5	16.3	L	16.3	16.3	16.3	1.806	22.346	11.9	32.5	11.9	9.079	182.538	5.926	0.000	0.000	182.538	60.846
14.0	18.0	L	18.0	18.0	18.0	1.806	23.249	12.9	36.0	12.9	9.437	189.748	6.458	0.000	0.000	189.748	63.249
14.5	18.0	L	18.0	18.0	18.0	1.806	24.152	12.7	36.0	12.7	9.785	196.749	6.355	0.000	0.000	196.749	65.583
15.0	18.0	L	18.0	18.0	18.0	1.806	25.055	12.5	36.0	12.5	10.136	203.791	6.255	0.000	0.000	203.791	67.930
15.5	18.0	L	18.0	18.0	18.0	1.806	25.958	12.3	36.0	12.3	10.488	210.874	6.158	0.000	0.000	210.874	70.291
16.0	18.0	L	18.0	18.0	18.0	1.806	26.861	12.1	36.0	12.1	10.851	218.172	6.065	0.000	0.000	218.172	72.724
16.5	18.5	L	18.5	18.5	18.5	1.806	27.764	12.3	37.0	12.3	11.224	225.680	6.140	0.000	0.000	225.680	75.227
17.0	19.0	L	19.0	19.0	19.0	1.806	28.667	12.4	38.0	12.4	11.586	232.943	6.213	0.000	0.000	232.943	77.648
17.5	19.5	L	19.5	19.5	19.5	1.806	29.570	12.6	39.0	12.6	11.935	239.971	6.283	7.896	7.896	247.866	82.622
18.0	20.0	L	20.0	20.0	20.0	1.806	30.473	12.7	40.0	12.7	12.273	246.773	6.352	7.982	15.878	262.651	87.550
18.5	20.8	L	20.8	20.8	20.8	1.806	31.376	13.0	41.5	13.0	12.601	253.358	6.497	8.164	24.042	277.400	92.467
19.0	21.5	L	21.5	21.5	21.5	1.806	32.279	13.3	43.0	13.3	12.877	258.899	6.638	8.342	32.384	291.282	97.094
19.5	22.3	L	22.3	22.3	22.3	1.806	33.182	13.6	44.5	13.6	13.102	263.437	6.775	8.514	40.898	304.335	101.445
20.0	23.0	L	23.0	23.0	23.0	1.806	34.085	13.8	46.0	13.8	13.225	265.910	6.909	8.681	49.579	315.489	105.163
20.5	23.8	L	23.8	23.8	23.8	1.806	34.988	14.1	47.5	14.1	13.248	266.376	7.038	8.845	58.424	324.800	108.267
21.0	24.5	L	24.5	24.5	24.5	1.806	35.891	14.3	49.0	14.3	13.243	266.276	7.165	9.003	67.427	333.703	111.234
21.5	25.3	L	25.3	25.3	25.3	1.806	36.794	14.6	50.5	14.6	13.211	265.620	7.288	9.158	76.586	342.205	114.068
22.0	26.0	L	26.0	26.0	26.0	1.806	37.697	14.8	52.0	14.8	13.188	265.168	7.408	9.309	85.894	351.063	117.021
22.5	25.0	L	25.0	25.0	25.0	1.806	38.600	14.1	50.0	14.1	13.176	264.915	7.032	8.837	94.732	359.647	119.882
23.0	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.806	39.503	13.3	48.0	13.3	13.154	264.483	6.666	8.377	103.109	367.592	122.531
23.5	23.0	L	23.0	23.0	23.0	1.806	40.406	12.6	46.0	12.6	13.124	263.878	6.310	7.929	111.038	374.915	124.972
24.0	22.0	L	22.0	22.0	22.0	1.806	41.309	11.9	44.0	11.9	13.107	263.532	5.961	7.491	118.529	382.061	127.354
24.5	22.3	L	22.3	22.3	22.3	1.806	42.212	11.9	44.5	11.9	13.102	263.440	5.956	7.485	126.014	389.454	129.818
25.0	22.5	L	22.5	22.5	22.5	1.806	43.115	11.9	45.0	11.9	13.102	263.423	5.951	7.479	133.492	396.916	132.305
25.5	22.8	L	22.8	22.8	22.8	1.806	44.018	11.9	45.5	11.9	13.104	263.481	5.946	7.472	140.965	404.446	134.815

26.0	23.0	L	23.0	23.0	23.0	1.806	44.921	11.9	46.0	11.9	13.064	262.660	5.942	7.466	148.431	411.091	137.030
26.5	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.806	45.824	12.3	48.0	12.3	12.980	260.980	6.128	7.701	156.132	417.113	139.038
27.0	25.0	L	25.0	25.0	25.0	1.806	46.727	12.6	50.0	12.6	12.855	258.462	6.311	7.931	164.063	422.525	140.842
27.5	26.0	L	26.0	26.0	26.0	1.806	47.630	13.0	52.0	13.0	12.689	255.124	6.489	8.155	172.218	427.342	142.447
28.0	27.0	L	27.0	27.0	27.0	1.806	48.533	13.3	54.0	13.3	12.503	251.378	6.664	8.374	180.592	431.970	143.990
28.5	26.3	L	26.3	26.3	26.3	1.806	49.436	12.8	52.5	12.8	12.296	247.233	6.407	8.052	188.644	435.877	145.292
29.0	25.5	L	25.5	25.5	25.5	1.806	50.339	12.3	51.0	12.3	12.126	243.798	6.157	7.737	196.381	440.179	146.726
29.5	24.8	L	24.8	24.8	24.8	1.806	51.242	11.8	49.5	11.8	11.989	241.055	5.911	7.428	203.809	444.864	148.288
30.0	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.806	52.145	11.3	48.0	11.3	11.886	238.987	5.671	7.126	210.935	449.922	149.974
30.5	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.806	53.048	11.2	48.0	11.2	11.816	237.575	5.611	7.051	217.986	455.561	151.854
31.0	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.806	53.951	11.1	48.0	11.1	11.741	236.057	5.552	6.977	224.963	461.020	153.673
31.5	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.806	54.854	11.0	48.0	11.0	11.660	234.435	5.495	6.905	231.868	466.303	155.434
32.0	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.806	55.757	10.9	48.0	10.9	11.568	232.589	5.439	6.834	238.702	471.291	157.097
32.5	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.806	56.660	10.8	48.0	10.8	11.465	230.524	5.384	6.765	245.468	475.992	158.664
33.0	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.806	57.563	10.7	48.0	10.7	11.331	227.817	5.330	6.697	252.165	479.982	159.994
33.5	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.806	58.465	10.6	48.0	10.6	11.165	224.481	5.277	6.631	258.796	483.277	161.092
34.0	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.806	59.368	10.4	48.0	10.4	11.009	221.341	5.225	6.566	265.362	486.702	162.234
34.5	23.8	L	23.8	23.8	23.8	1.806	60.271	10.2	47.5	10.2	10.862	218.394	5.120	6.434	271.796	490.190	163.397
35.0	23.5	L	23.5	23.5	23.5	1.806	61.174	10.0	47.0	10.0	10.772	216.593	5.017	6.305	278.101	494.694	164.898
35.5	23.3	L	23.3	23.3	23.3	1.806	62.077	9.8	46.5	9.8	10.739	215.915	4.917	6.178	284.279	500.195	166.732
36.0	23.0	L	23.0	23.0	23.0	1.806	62.980	9.6	46.0	9.6	10.738	215.891	4.818	6.054	290.333	506.225	168.742
36.5	24.5	L	24.5	24.5	24.5	1.806	63.883	10.2	49.0	10.2	10.768	216.507	5.084	6.389	296.722	513.229	171.076
37.0	26.0	L	26.0	26.0	26.0	1.806	64.786	10.7	52.0	10.7	10.811	217.359	5.345	6.717	303.439	520.798	173.599
37.5	27.5	L	27.5	27.5	27.5	1.806	65.690	11.2	55.0	11.2	10.864	218.441	5.601	7.039	310.478	528.919	176.306
38.0	29.0	L	29.0	29.0	29.0	1.806	66.593	11.7	58.0	11.7	10.881	218.779	5.853	7.355	317.833	536.612	178.871
38.5	29.5	L	29.5	29.5	29.5	1.806	67.496	11.8	59.0	11.8	10.862	218.386	5.900	7.414	325.248	543.633	181.211
39.0	30.0	L	30.0	30.0	30.0	1.806	68.399	11.9	60.0	11.9	10.806	217.273	5.947	7.473	332.720	549.993	183.331
39.5	30.5	L	30.5	30.5	30.5	1.806	69.302	12.0	61.0	12.0	10.716	215.453	5.992	7.530	340.250	555.703	185.234
40.0	31.0	L	31.0	31.0	31.0	1.806	70.205	12.1	62.0	12.1	10.653	214.187	6.037	7.586	347.836	562.023	187.341

40.5	29.3	L	29.3	29.3	29.3	1.806	71.108	11.3	58.5	11.3	10.617	213.465	5.646	7.095	354.931	568.397	189.466
41.0	27.5	L	27.5	27.5	27.5	1.806	72.011	10.5	55.0	10.5	10.614	213.399	5.263	6.613	361.545	574.944	191.648
41.5	25.8	L	25.8	25.8	25.8	1.806	72.914	9.8	51.5	9.8	10.642	213.977	4.886	6.139	367.684	581.661	193.887
42.0	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.806	73.817	9.0	48.0	9.0	10.693	214.987	4.515	5.673	373.357	588.344	196.115
42.5	25.3	L	25.3	25.3	25.3	1.806	74.720	9.4	50.5	9.4	10.764	216.420	4.710	5.919	379.276	595.696	198.565
43.0	26.5	L	26.5	26.5	26.5	1.806	75.623	9.8	53.0	9.8	10.816	217.459	4.902	6.160	385.436	602.895	200.965
43.5	27.8	L	27.8	27.8	27.8	1.806	76.526	10.2	55.5	10.2	10.848	218.111	5.091	6.397	391.833	609.944	203.315
44.0	29.0	L	29.0	29.0	29.0	1.806	77.429	10.6	58.0	10.6	10.852	218.188	5.276	6.630	398.463	616.651	205.550
44.5	29.8	L	29.8	29.8	29.8	1.806	78.332	10.7	59.5	10.7	10.828	217.701	5.369	6.746	405.209	622.910	207.637
45.0	30.5	L	30.5	30.5	30.5	1.806	79.235	10.9	61.0	10.9	10.798	217.107	5.459	6.860	412.070	629.177	209.726
45.5	31.3	L	31.3	31.3	31.3	1.806	80.138	11.1	62.5	11.1	10.763	216.408	5.549	6.973	419.043	635.451	211.817
46.0	32.0	L	32.0	32.0	32.0	1.806	81.041	11.3	64.0	11.3	10.733	215.795	5.637	7.083	426.126	641.921	213.974
46.5	32.3	L	32.3	32.3	32.3	1.806	81.944	11.3	64.5	11.3	10.706	215.267	5.636	7.082	433.208	648.475	216.158
47.0	32.5	L	32.5	32.5	32.5	1.806	82.847	11.3	65.0	11.3	10.733	215.793	5.635	7.081	440.290	656.083	218.694
47.5	32.8	L	32.8	32.8	32.8	1.806	83.750	11.3	65.5	11.3	10.810	217.355	5.634	7.080	447.370	664.726	221.575
48.0	33.0	L	33.0	33.0	33.0	1.806	84.653	11.3	66.0	11.3	10.916	219.478	5.634	7.079	454.450	673.928	224.643
48.5	33.8	L	33.8	33.8	33.8	1.806	85.556	11.4	67.5	11.4	11.049	222.150	5.718	7.185	461.635	683.785	227.928
49.0	34.5	L	34.5	34.5	34.5	1.806	86.459	11.6	69.0	11.6	11.146	224.112	5.800	7.289	468.924	693.036	231.012
49.5	35.3	L	35.3	35.3	35.3	1.806	87.362	11.8	70.5	11.8	11.209	225.375	5.882	7.391	476.315	701.690	233.897
50.0	36.0	L	36.0	36.0	36.0	1.806	88.265	11.9	72.0	11.9	11.260	226.396	5.962	7.492	483.807	710.203	236.734
50.5	35.5	L	35.5	35.5	35.5	1.806	89.168	11.7	71.0	11.7	11.299	227.180	5.836	7.333	491.140	718.320	239.440
51.0	35.0	L	35.0	35.0	35.0	1.806	90.071	11.4	70.0	11.4	11.336	227.931	5.711	7.177	498.317	726.248	242.083
51.5	34.5	L	34.5	34.5	34.5	1.806	90.974	11.2	69.0	11.2	11.372	228.651	5.588	7.022	505.339	733.991	244.664
52.0	34.0	L	34.0	34.0	34.0	1.806	91.877	10.9	68.0	10.9	11.407	229.341	5.467	6.870	512.210	741.551	247.184
52.5	34.8	L	34.8	34.8	34.8	1.806	92.780	11.1	69.5	11.1	11.439	230.002	5.548	6.971	519.181	749.183	249.728
53.0	35.5	L	35.5	35.5	35.5	1.806	93.683	11.3	71.0	11.3	11.480	230.829	5.627	7.071	526.252	757.081	252.360
53.5	36.3	L	36.3	36.3	36.3	1.806	94.586	11.4	72.5	11.4	11.530	231.821	5.705	7.169	533.421	765.241	255.080
54.0	37.0	L	37.0	37.0	37.0	1.806	95.489	11.6	74.0	11.6	11.562	232.468	5.782	7.266	540.686	773.155	257.718
54.5	37.8	L	37.8	37.8	37.8	1.806	96.392	11.7	75.5	11.7	11.577	232.777	5.858	7.361	548.047	780.824	260.275

55.0	38.5	L	38.5	38.5	38.5	1.806	97.295	11.9	77.0	11.9	11.567	232.562	5.932	7.455	555.502	788.064	262.688
55.5	39.3	L	39.3	39.3	39.3	1.806	98.198	12.0	78.5	12.0	11.530	231.830	6.006	7.548	563.050	794.880	264.960
56.0	40.0	L	40.0	40.0	40.0	1.806	99.101	12.2	80.0	12.2	11.505	231.328	6.079	7.639	570.689	802.017	267.339
56.5	39.3	L	39.3	39.3	39.3	1.806	100.004	11.8	78.5	11.8	11.492	231.052	5.924	7.445	578.134	809.186	269.729
57.0	38.5	L	38.5	38.5	38.5	1.806	100.907	11.5	77.0	11.5	11.512	231.460	5.772	7.253	585.387	816.846	272.282
57.5	37.8	L	37.8	37.8	37.8	1.806	101.810	11.2	75.5	11.2	11.566	232.541	5.621	7.064	592.451	824.991	274.997
58.0	37.0	L	37.0	37.0	37.0	1.806	102.713	10.9	74.0	10.9	11.589	233.001	5.473	6.877	599.328	832.329	277.443
58.5	38.5	L	38.5	38.5	38.5	1.806	103.616	11.3	77.0	11.3	11.629	233.823	5.657	7.109	606.437	840.260	280.087
59.0	40.0	L	40.0	40.0	40.0	1.806	104.519	11.7	80.0	11.7	11.665	234.539	5.839	7.337	613.774	848.313	282.771
59.5	41.5	L	41.5	41.5	41.5	1.806	105.422	12.0	83.0	12.0	11.694	235.130	6.018	7.562	621.336	856.466	285.489
60.0	43.0	L	43.0	43.0	43.0	1.806	106.325	12.4	86.0	12.4	11.716	235.570	6.195	7.785	629.121	864.691	288.230

### PERHITUNGAN DAYA DUKUNG AKSIAL PONDASI GEDUNG SPAZIO TOWER

Bor no. : B4  
 Pile diameter : 80 cm  
 Depth increment : 0.5 m

Depth (m)	N (blow/ft)	L/P	N >15sand 15+..	N >15sand 0,6 N	N >15sand	$\gamma_{\text{tanah}}$ (t/m3)	po (ton/m2)	N Corr	2N	N Corr	N rata2 ujung	Qujung (ton)	fsi (ton/m2)	Rsi (ton)	$\Sigma$ Rsi (ton)	Qult = Qujung + $\Sigma$ Rsi	Qijin = Qult/SF SF=3 ; (ton)
0.5	0.8	L	0.8	0.8	0.8	1.676	0.419	2.6	1.5	1.500	4.105	82.528	1.285	0.000	0.000	82.528	27.509
1.0	1.5	L	1.5	1.5	1.5	1.676	1.257	4.0	3.0	3.000	4.192	84.292	1.996	0.000	0.000	84.292	28.097
1.5	2.3	L	2.3	2.3	2.3	1.676	2.095	4.9	4.5	4.500	4.237	85.199	2.448	0.000	0.000	85.199	28.400
2.0	3.0	L	3.0	3.0	3.0	1.676	2.933	5.5	6.0	5.522	4.286	86.180	2.761	0.000	0.000	86.180	28.727
2.5	3.3	L	3.3	3.3	3.3	1.676	3.771	5.2	6.5	5.183	4.352	87.500	2.591	0.000	0.000	87.500	29.167
3.0	3.5	L	3.5	3.5	3.5	1.676	4.609	4.9	7.0	4.923	4.441	89.283	2.462	0.000	0.000	89.283	29.761
3.5	3.8	L	3.8	3.8	3.8	1.676	5.447	4.7	7.5	4.719	4.545	91.386	2.359	0.000	0.000	91.386	30.462
4.0	4.0	L	4.0	4.0	4.0	1.676	6.285	4.6	8.0	4.553	4.661	93.713	2.277	0.000	0.000	93.713	31.238
4.5	4.5	L	4.5	4.5	4.5	1.676	7.123	4.7	9.0	4.676	4.784	96.197	2.338	0.000	0.000	96.197	32.066
5.0	5.0	L	5.0	5.0	5.0	1.676	7.961	4.9	10.0	4.943	4.913	98.790	2.472	0.000	0.000	98.790	32.930
5.5	5.5	L	5.5	5.5	5.5	1.676	8.799	5.3	11.0	5.327	5.046	101.456	2.664	0.000	0.000	101.456	33.819
6.0	6.0	L	6.0	6.0	6.0	1.676	9.637	5.7	12.0	5.696	5.155	103.657	2.848	0.000	0.000	103.657	34.552
6.5	6.5	L	6.5	6.5	6.5	1.676	10.475	6.1	13.0	6.050	5.246	105.477	3.025	0.000	0.000	105.477	35.159
7.0	7.0	L	7.0	7.0	7.0	1.676	11.313	6.4	14.0	6.391	5.533	111.248	3.195	0.000	0.000	111.248	37.083
7.5	7.5	L	7.5	7.5	7.5	1.676	12.151	6.7	15.0	6.719	5.730	115.215	3.359	0.000	0.000	115.215	38.405
8.0	8.0	L	8.0	8.0	8.0	1.676	12.989	7.0	16.0	7.035	5.849	117.609	3.517	0.000	0.000	117.609	39.203
8.5	8.0	L	8.0	8.0	8.0	1.676	13.827	6.9	16.0	6.907	5.917	118.959	3.454	0.000	0.000	118.959	39.653
9.0	8.0	L	8.0	8.0	8.0	1.676	14.665	6.8	16.0	6.785	6.007	120.783	3.392	0.000	0.000	120.783	40.261
9.5	8.0	L	8.0	8.0	8.0	1.676	15.503	6.7	16.0	6.666	6.117	122.988	3.333	0.000	0.000	122.988	40.996
10.0	8.0	L	8.0	8.0	8.0	1.676	16.341	6.6	16.0	6.552	6.253	125.721	3.276	0.000	0.000	125.721	41.907
10.5	8.3	L	8.3	8.3	8.3	1.676	17.179	6.6	16.5	6.643	6.412	128.929	3.321	0.000	0.000	128.929	42.976
11.0	8.5	L	8.5	8.5	8.5	1.676	18.017	6.7	17.0	6.730	6.579	132.276	3.365	0.000	0.000	132.276	44.092

11.5	8.8	L	8.8	8.8	8.8	1.676	18.855	6.8	17.5	6.815	6.744	135.587	3.408	0.000	0.000	135.587	45.196
12.0	9.0	L	9.0	9.0	9.0	1.676	19.693	6.9	18.0	6.897	6.939	139.514	3.449	0.000	0.000	139.514	46.505
12.5	9.5	L	9.5	9.5	9.5	1.676	20.531	7.2	19.0	7.166	7.164	144.039	3.583	0.000	0.000	144.039	48.013
13.0	10.0	L	10.0	10.0	10.0	1.676	21.369	7.4	20.0	7.425	7.418	149.149	3.713	0.000	0.000	149.149	49.716
13.5	10.5	L	10.5	10.5	10.5	1.808	22.240	7.7	21.0	7.673	7.701	154.828	3.836	0.000	0.000	154.828	51.609
14.0	11.0	L	11.0	11.0	11.0	1.808	23.144	7.9	22.0	7.907	7.992	160.691	3.954	0.000	0.000	160.691	53.564
14.5	12.5	L	12.5	12.5	12.5	1.808	24.048	8.8	25.0	8.842	8.293	166.734	4.421	0.000	0.000	166.734	55.578
15.0	14.0	L	14.0	14.0	14.0	1.808	24.952	9.7	28.0	9.747	8.626	173.438	4.874	0.000	0.000	173.438	57.813
15.5	15.5	L	15.5	15.5	15.5	1.808	25.856	10.6	31.0	10.624	8.991	180.782	5.312	0.000	0.000	180.782	60.261
16.0	17.0	L	17.0	17.0	17.0	1.808	26.760	11.5	34.0	11.475	9.405	189.098	5.737	0.000	0.000	189.098	63.033
16.5	18.0	L	18.0	18.0	18.0	1.808	27.664	12.0	36.0	11.967	9.866	198.358	5.984	0.000	0.000	198.358	66.119
17.0	19.0	L	19.0	19.0	19.0	1.808	28.568	12.4	38.0	12.445	10.360	208.309	6.223	0.000	0.000	208.309	69.436
17.5	20.0	L	20.0	20.0	20.0	1.808	29.472	12.9	40.0	12.909	10.889	218.934	6.455	8.111	8.111	227.045	75.682
18.0	21.0	L	21.0	21.0	21.0	1.808	30.376	13.4	42.0	13.360	11.359	228.393	6.680	8.394	16.505	244.898	81.633
18.5	22.5	L	22.5	22.5	22.5	1.808	31.280	14.1	45.0	14.111	11.773	236.715	7.056	8.866	25.371	262.087	87.362
19.0	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.808	32.184	14.8	48.0	14.841	12.122	243.722	7.421	9.325	34.696	278.419	92.806
19.5	25.5	L	25.5	25.5	25.5	1.808	33.088	15.6	51.0	15.552	12.407	249.449	7.776	9.771	44.468	293.917	97.972
20.0	27.0	L	27.0	27.0	27.0	1.808	33.992	16.2	54.0	16.243	12.669	254.721	8.121	10.205	54.673	309.394	103.131
20.5	25.8	L	25.8	25.8	25.8	1.808	34.896	15.3	51.5	15.283	12.909	259.556	7.641	9.602	64.276	323.832	107.944
21.0	24.5	L	24.5	24.5	24.5	1.808	35.800	14.3	49.0	14.348	13.089	263.178	7.174	9.015	73.291	336.469	112.156
21.5	23.3	L	23.3	23.3	23.3	1.808	36.704	13.4	46.5	13.439	13.211	265.624	6.719	8.444	81.735	347.358	115.786
22.0	22.0	L	22.0	22.0	22.0	1.808	37.608	12.6	44.0	12.552	13.276	266.928	6.276	7.887	89.622	356.549	118.850
22.5	22.0	L	22.0	22.0	22.0	1.808	38.512	12.4	44.0	12.392	13.286	267.124	6.196	7.786	97.408	364.532	121.511
23.0	22.0	L	22.0	22.0	22.0	1.808	39.416	12.2	44.0	12.236	13.260	266.616	6.118	7.688	105.096	371.713	123.904
23.5	22.0	L	22.0	22.0	22.0	1.808	40.320	12.1	44.0	12.085	13.201	265.425	6.042	7.593	112.689	378.114	126.038
24.0	22.0	L	22.0	22.0	22.0	1.808	41.224	11.9	44.0	11.936	13.159	264.567	5.968	7.500	120.189	384.757	128.252
24.5	22.0	L	22.0	22.0	22.0	1.808	42.128	11.8	44.0	11.792	13.132	264.040	5.896	7.409	127.598	391.638	130.546
25.0	22.0	L	22.0	22.0	22.0	1.808	43.032	11.7	44.0	11.651	13.105	263.487	5.825	7.320	134.918	398.405	132.802
25.5	22.0	L	22.0	22.0	22.0	1.808	43.936	11.5	44.0	11.513	13.076	262.914	5.756	7.234	142.152	405.067	135.022

26.0	22.0	L	22.0	22.0	22.0	1.808	44.840	11.4	44.0	11.378	12.979	260.962	5.689	7.149	149.301	410.264	136.755
26.5	23.8	L	23.8	23.8	23.8	1.808	45.744	12.1	47.5	12.142	12.815	257.665	6.071	7.629	156.930	414.595	138.198
27.0	25.5	L	25.5	25.5	25.5	1.808	46.648	12.9	51.0	12.887	12.677	254.879	6.444	8.097	165.027	419.907	139.969
27.5	27.3	L	27.3	27.3	27.3	1.808	47.552	13.6	54.5	13.616	12.563	252.588	6.808	8.555	173.583	426.171	142.057
28.0	29.0	L	29.0	29.0	29.0	1.808	48.456	14.3	58.0	14.329	12.479	250.906	7.164	9.003	182.586	433.492	144.497
28.5	28.3	L	28.3	28.3	28.3	1.808	49.360	13.8	56.5	13.804	12.425	249.817	6.902	8.673	191.259	441.076	147.025
29.0	27.5	L	27.5	27.5	27.5	1.808	50.264	13.3	55.0	13.291	12.360	248.516	6.645	8.351	199.610	448.126	149.375
29.5	26.8	L	26.8	26.8	26.8	1.808	51.168	12.8	53.5	12.789	12.285	247.007	6.394	8.035	207.645	454.653	151.551
30.0	26.0	L	26.0	26.0	26.0	1.808	52.072	12.3	52.0	12.297	12.256	246.423	6.149	7.727	215.372	461.795	153.932
30.5	25.5	L	25.5	25.5	25.5	1.808	52.976	11.9	51.0	11.933	12.272	246.743	5.967	7.498	222.870	469.612	156.537
31.0	25.0	L	25.0	25.0	25.0	1.808	53.880	11.6	50.0	11.577	12.332	247.948	5.788	7.274	230.144	478.092	159.364
31.5	24.5	L	24.5	24.5	24.5	1.808	54.784	11.2	49.0	11.228	12.435	250.022	5.614	7.055	237.198	487.220	162.407
32.0	24.0	L	24.0	24.0	24.0	1.808	55.688	10.9	48.0	10.886	12.503	251.379	5.443	6.840	244.038	495.417	165.139
32.5	25.8	L	25.8	25.8	25.8	1.808	56.592	11.6	51.5	11.561	12.535	252.034	5.781	7.264	251.302	503.336	167.779
33.0	27.5	L	27.5	27.5	27.5	1.808	57.496	12.2	55.0	12.223	12.484	250.999	6.111	7.680	258.982	509.981	169.994
33.5	29.3	L	29.3	29.3	29.3	1.808	58.400	12.9	58.5	12.871	12.350	248.310	6.436	8.087	267.069	515.379	171.793
34.0	31.0	L	31.0	31.0	31.0	1.808	59.304	13.5	62.0	13.507	12.182	244.929	6.754	8.487	275.556	520.485	173.495
34.5	29.5	L	29.5	29.5	29.5	1.808	60.208	12.7	59.0	12.728	11.980	240.872	6.364	7.997	283.553	524.425	174.808
35.0	28.0	L	28.0	28.0	28.0	1.808	61.112	12.0	56.0	11.964	11.813	237.518	5.982	7.517	291.070	528.589	176.196
35.5	26.5	L	26.5	26.5	26.5	1.808	62.016	11.2	53.0	11.215	11.681	234.853	5.608	7.047	298.117	532.970	177.657
36.0	25.0	L	25.0	25.0	25.0	1.808	62.920	10.5	50.0	10.480	11.604	233.310	5.240	6.585	304.702	538.012	179.337
36.5	25.5	L	25.5	25.5	25.5	1.808	63.824	10.6	51.0	10.589	11.582	232.866	5.295	6.653	311.355	544.221	181.407
37.0	26.0	L	26.0	26.0	26.0	1.808	64.728	10.7	52.0	10.697	11.607	233.369	5.348	6.721	318.076	551.445	183.815
37.5	26.5	L	26.5	26.5	26.5	1.808	65.632	10.8	53.0	10.802	11.678	234.801	5.401	6.787	324.863	559.664	186.555
38.0	27.0	L	27.0	27.0	27.0	1.808	66.536	10.9	54.0	10.905	11.725	235.743	5.453	6.852	331.715	567.458	189.153
38.5	28.5	L	28.5	28.5	28.5	1.808	67.440	11.4	57.0	11.407	11.748	236.201	5.703	7.167	338.882	575.083	191.694
39.0	30.0	L	30.0	30.0	30.0	1.808	68.344	11.9	60.0	11.900	11.691	235.055	5.950	7.477	346.359	581.414	193.805
39.5	31.5	L	31.5	31.5	31.5	1.808	69.248	12.4	63.0	12.384	11.555	232.334	6.192	7.781	354.140	586.473	195.491
40.0	33.0	L	33.0	33.0	33.0	1.808	70.152	12.9	66.0	12.859	11.405	229.317	6.429	8.080	362.219	591.536	197.179

40.5	31.3	L	31.3	31.3	31.3	1.808	71.056	12.1	62.5	12.071	11.241	226.012	6.035	7.584	369.803	595.815	198.605
41.0	29.5	L	29.5	29.5	29.5	1.808	71.960	11.3	59.0	11.296	11.140	223.991	5.648	7.098	376.901	600.892	200.297
41.5	27.8	L	27.8	27.8	27.8	1.808	72.864	10.5	55.5	10.535	11.103	223.232	5.267	6.619	383.520	606.752	202.251
42.0	26.0	L	26.0	26.0	26.0	1.808	73.768	9.8	52.0	9.787	11.131	223.812	4.893	6.149	389.669	613.481	204.494
42.5	27.3	L	27.3	27.3	27.3	1.808	74.672	10.2	54.5	10.171	11.226	225.707	5.085	6.390	396.060	621.767	207.256
43.0	28.5	L	28.5	28.5	28.5	1.808	75.576	10.5	57.0	10.548	11.338	227.966	5.274	6.628	402.687	630.653	210.218
43.5	29.8	L	29.8	29.8	29.8	1.808	76.480	10.9	59.5	10.919	11.468	230.583	5.460	6.861	409.548	640.131	213.377
44.0	31.0	L	31.0	31.0	31.0	1.808	77.384	11.3	62.0	11.285	11.567	232.577	5.642	7.090	416.639	649.216	216.405
44.5	32.5	L	32.5	32.5	32.5	1.808	78.288	11.7	65.0	11.734	11.636	233.958	5.867	7.373	424.011	657.969	219.323
45.0	34.0	L	34.0	34.0	34.0	1.808	79.192	12.2	68.0	12.176	11.653	234.289	6.088	7.651	431.662	665.950	221.983
45.5	35.5	L	35.5	35.5	35.5	1.808	80.096	12.6	71.0	12.611	11.618	233.586	6.306	7.924	439.586	673.172	224.391
46.0	37.0	L	37.0	37.0	37.0	1.808	81.000	13.0	74.0	13.040	11.560	232.436	6.520	8.193	447.779	680.215	226.738
46.5	36.0	L	36.0	36.0	36.0	1.808	81.904	12.6	72.0	12.587	11.481	230.847	6.293	7.909	455.688	686.534	228.845
47.0	35.0	L	35.0	35.0	35.0	1.808	82.808	12.1	70.0	12.141	11.451	230.228	6.071	7.629	463.316	693.544	231.181
47.5	34.0	L	34.0	34.0	34.0	1.808	83.712	11.7	68.0	11.703	11.467	230.562	5.851	7.353	470.669	701.232	233.744
48.0	33.0	L	33.0	33.0	33.0	1.808	84.616	11.3	66.0	11.271	11.508	231.376	5.635	7.082	477.751	709.127	236.376
48.5	33.5	L	33.5	33.5	33.5	1.808	85.520	11.4	67.0	11.354	11.571	232.659	5.677	7.134	484.885	717.544	239.181
49.0	34.0	L	34.0	34.0	34.0	1.808	86.424	11.4	68.0	11.436	11.596	233.152	5.718	7.185	492.070	725.222	241.741
49.5	34.5	L	34.5	34.5	34.5	1.808	87.328	11.5	69.0	11.517	11.582	232.868	5.758	7.236	499.306	732.174	244.058
50.0	35.0	L	35.0	35.0	35.0	1.808	88.232	11.6	70.0	11.596	11.570	232.621	5.798	7.286	506.592	739.213	246.404
50.5	34.3	L	34.3	34.3	34.3	1.808	89.136	11.3	68.5	11.263	11.559	232.412	5.632	7.077	513.669	746.081	248.694
51.0	33.5	L	33.5	33.5	33.5	1.808	90.040	10.9	67.0	10.935	11.546	232.140	5.468	6.871	520.540	752.680	250.893
51.5	32.8	L	32.8	32.8	32.8	1.808	90.944	10.6	65.5	10.612	11.529	231.807	5.306	6.668	527.208	759.015	253.005
52.0	32.0	L	32.0	32.0	32.0	1.808	91.848	10.3	64.0	10.294	11.484	230.895	5.147	6.468	533.675	764.570	254.857
52.5	33.5	L	33.5	33.5	33.5	1.808	92.752	10.7	67.0	10.698	11.410	229.413	5.349	6.722	540.397	769.810	256.603
53.0	35.0	L	35.0	35.0	35.0	1.808	93.656	11.1	70.0	11.097	11.357	228.346	5.549	6.973	547.370	775.716	258.572
53.5	36.5	L	36.5	36.5	36.5	1.808	94.560	11.5	73.0	11.491	11.324	227.687	5.745	7.220	554.590	782.277	260.759
54.0	38.0	L	38.0	38.0	38.0	1.808	95.464	11.9	76.0	11.878	11.328	227.768	5.939	7.463	562.053	789.822	263.274
54.5	38.0	L	38.0	38.0	38.0	1.808	96.368	11.8	76.0	11.795	11.368	228.577	5.898	7.411	569.464	798.042	266.014



55.0	38.0	L	38.0	38.0	38.0	1.808	97.272	11.7	76.0	11.713	11.416	229.536	5.856	7.359	576.824	806.360	268.787
55.5	38.0	L	38.0	38.0	38.0	1.808	98.176	11.6	76.0	11.632	11.471	230.642	5.816	7.308	584.132	814.774	271.591
56.0	38.0	L	38.0	38.0	38.0	1.808	99.080	11.6	76.0	11.552	11.517	231.566	5.776	7.258	591.391	822.957	274.319
56.5	39.0	L	39.0	39.0	39.0	1.808	99.984	11.8	78.0	11.775	11.554	232.311	5.888	7.398	598.789	831.100	277.033
57.0	40.0	L	40.0	40.0	40.0	1.808	100.888	12.0	80.0	11.995	11.605	233.337	5.998	7.537	606.326	839.663	279.888
57.5	41.0	L	41.0	41.0	41.0	1.808	101.792	12.2	82.0	12.212	11.670	234.641	6.106	7.673	613.999	848.640	282.880
58.0	42.0	L	42.0	42.0	42.0	1.808	102.696	12.4	84.0	12.426	11.732	235.893	6.213	7.808	621.807	857.699	285.900
58.5	42.0	L	42.0	42.0	42.0	1.808	103.600	12.3	84.0	12.344	11.822	237.701	6.172	7.756	629.562	867.263	289.088
59.0	42.0	L	42.0	42.0	42.0	1.808	104.504	12.3	84.0	12.262	11.897	239.207	6.131	7.705	637.267	876.474	292.158
59.5	42.0	L	42.0	42.0	42.0	1.808	105.408	12.2	84.0	12.182	11.954	240.356	6.091	7.654	644.921	885.277	295.092
60.0	42.0	L	42.0	42.0	42.0	1.808	106.312	12.1	84.0	12.103	11.990	241.073	6.051	7.604	652.526	893.598	297.866

### PERHITUNGAN DAYA DUKUNG AKSIAL PONDASI GEDUNG SPAZIO TOWER

Bor no. : B5  
 Pile diameter : 80 cm  
 Depth increment : 0.5 m

Depth (m)	N (blow/ft)	L/P	N >15sand 15+..	N >15sand 0,6 N	N >15sand	$\gamma_{\text{tanah}}$ (t/m <sup>3</sup> )	po (ton/m <sup>2</sup> )	N Corr	2N	N Corr	N rata2 ujung	Qujung (ton)	f <sub>si</sub> (ton/m <sup>2</sup> )	R <sub>si</sub> (ton)	$\Sigma$ R <sub>si</sub> (ton)	Qult = Qujung + $\Sigma$ R <sub>si</sub>	Qijin = Qult/SF SF=3 ; (ton)
0.5	0.50	L	0.5	0.5	0.5	1.668	0.417	1.7	1.0	1.0	3.171	63.761	0.857	0.000	0.000	63.761	21.254
1.0	1.00	L	1.0	1.0	1.0	1.668	1.251	2.7	2.0	2.0	3.485	70.064	1.333	0.000	0.000	70.064	23.355
1.5	1.50	L	1.5	1.5	1.5	1.668	2.085	3.3	3.0	3.0	3.763	75.659	1.636	0.000	0.000	75.659	25.220
2.0	2.00	L	2.0	2.0	2.0	1.668	2.919	3.7	4.0	3.7	3.953	79.484	1.845	0.000	0.000	79.484	26.495
2.5	2.75	L	2.8	2.8	2.8	1.668	3.753	4.4	5.5	4.4	4.102	82.478	2.199	0.000	0.000	82.478	27.493
3.0	3.50	L	3.5	3.5	3.5	1.668	4.587	4.9	7.0	4.9	4.236	85.170	2.469	0.000	0.000	85.170	28.390
3.5	4.25	L	4.3	4.3	4.3	1.668	5.421	5.4	8.5	5.4	4.358	87.626	2.683	0.000	0.000	87.626	29.209
4.0	5.00	L	5.0	5.0	5.0	1.668	6.255	5.7	10.0	5.7	4.489	90.254	2.856	0.000	0.000	90.254	30.085
4.5	5.25	L	5.3	5.3	5.3	1.668	7.089	5.5	10.5	5.5	4.625	92.996	2.738	0.000	0.000	92.996	30.999
5.0	5.50	L	5.5	5.5	5.5	1.668	7.923	5.4	11.0	5.4	4.765	95.814	2.721	0.000	0.000	95.814	31.938
5.5	5.75	L	5.8	5.8	5.8	1.668	8.757	5.6	11.5	5.6	4.908	98.678	2.787	0.000	0.000	98.678	32.893
6.0	6.00	L	6.0	6.0	6.0	1.668	9.591	5.7	12.0	5.7	5.051	101.566	2.851	0.000	0.000	101.566	33.855
6.5	6.50	L	6.5	6.5	6.5	1.668	10.425	6.1	13.0	6.1	5.196	104.462	3.029	0.000	0.000	104.462	34.821
7.0	7.00	L	7.0	7.0	7.0	1.668	11.259	6.4	14.0	6.4	5.580	112.199	3.199	0.000	0.000	112.199	37.400
7.5	7.50	L	7.5	7.5	7.5	1.668	12.093	6.7	15.0	6.7	5.925	119.122	3.364	0.000	0.000	119.122	39.707
8.0	8.00	L	8.0	8.0	8.0	1.668	12.927	7.0	16.0	7.0	6.194	124.546	3.522	0.000	0.000	124.546	41.515
8.5	8.50	L	8.5	8.5	8.5	1.668	13.761	7.3	17.0	7.3	6.407	128.828	3.675	0.000	0.000	128.828	42.943
9.0	9.00	L	9.0	9.0	9.0	1.668	14.595	7.6	18.0	7.6	6.563	131.963	3.822	0.000	0.000	131.963	43.988
9.5	9.50	L	9.5	9.5	9.5	1.709	15.439	7.9	19.0	7.9	6.672	134.148	3.963	0.000	0.000	134.148	44.716
10.0	10.00	L	10.0	10.0	10.0	1.709	16.294	8.2	20.0	8.2	6.803	136.785	4.099	0.000	0.000	136.785	45.595
10.5	9.75	L	9.8	9.8	9.8	1.709	17.148	7.9	19.5	7.9	6.960	139.935	3.928	0.000	0.000	139.935	46.645
11.0	9.50	L	9.5	9.5	9.5	1.709	18.003	7.5	19.0	7.5	7.173	144.219	3.762	0.000	0.000	144.219	48.073

11.5	9.25	L	9.3	9.3	9.3	1.709	18.857	7.2	18.5	7.2	7.430	149.385	3.602	0.000	0.000	149.385	49.795
12.0	9.00	L	9.0	9.0	9.0	1.709	19.712	6.9	18.0	6.9	7.691	154.627	3.447	0.000	0.000	154.627	51.542
12.5	10.25	L	10.3	10.3	10.3	1.709	20.566	7.7	20.5	7.7	7.955	159.947	3.863	0.000	0.000	159.947	53.316
13.0	11.50	L	11.5	11.5	11.5	1.709	21.421	8.5	23.0	8.5	8.210	165.082	4.266	0.000	0.000	165.082	55.027
13.5	12.75	L	12.8	12.8	12.8	1.709	22.275	9.3	25.5	9.3	8.457	170.041	4.655	0.000	0.000	170.041	56.680
14.0	14.00	L	14.0	14.0	14.0	1.709	23.130	10.1	28.0	10.1	8.714	175.207	5.033	0.000	0.000	175.207	58.402
14.5	14.50	L	14.5	14.5	14.5	1.709	23.984	10.3	29.0	10.3	8.981	180.575	5.134	0.000	0.000	180.575	60.192
15.0	15.00	L	15.0	15.0	15.0	1.709	24.839	10.5	30.0	10.5	9.258	186.145	5.232	0.000	0.000	186.145	62.048
15.5	15.50	L	15.5	15.5	15.5	1.709	25.693	10.7	31.0	10.7	9.545	191.912	5.327	0.000	0.000	191.912	63.971
16.0	16.00	L	16.0	16.0	16.0	1.709	26.548	10.8	32.0	10.8	9.885	198.758	5.419	0.000	0.000	198.758	66.253
16.5	17.00	L	17.0	17.0	17.0	1.709	27.402	11.4	34.0	11.4	10.278	206.658	5.676	0.000	0.000	206.658	68.886
17.0	18.00	L	18.0	18.0	18.0	1.709	28.257	11.9	36.0	11.9	10.756	216.261	5.925	0.000	0.000	216.261	72.087
17.5	19.00	L	19.0	19.0	19.0	1.709	29.111	12.3	38.0	12.3	11.316	227.517	6.168	7.751	7.751	235.268	78.423
18.0	20.00	L	20.0	20.0	20.0	1.709	29.966	12.8	40.0	12.8	11.831	237.872	6.404	8.047	15.797	253.669	84.556
18.5	22.25	L	22.3	22.3	22.3	1.709	30.820	14.1	44.5	14.1	12.302	247.344	7.028	8.831	24.629	271.973	90.658
19.0	24.50	L	24.5	24.5	24.5	1.709	31.675	15.3	49.0	15.3	12.667	254.688	7.635	9.595	34.224	288.911	96.304
19.5	26.75	L	26.8	26.8	26.8	1.736	32.536	16.5	53.5	16.5	12.929	259.957	8.226	10.337	44.561	304.518	101.506
20.0	29.00	L	29.0	29.0	29.0	1.736	33.404	17.6	58.0	17.6	13.123	263.845	8.801	11.059	55.620	319.466	106.489
20.5	27.50	L	27.5	27.5	27.5	1.736	34.272	16.5	55.0	16.5	13.249	266.393	8.237	10.351	65.971	332.364	110.788
21.0	26.00	L	26.0	26.0	26.0	1.736	35.140	15.4	52.0	15.4	13.341	268.232	7.688	9.661	75.632	343.864	114.621
21.5	24.50	L	24.5	24.5	24.5	1.826	36.031	14.3	49.0	14.3	13.398	269.380	7.150	8.985	84.617	353.997	117.999
22.0	23.00	L	23.0	23.0	23.0	1.826	36.944	13.2	46.0	13.2	13.489	271.213	6.624	8.324	92.941	364.155	121.385
22.5	22.50	L	22.5	22.5	22.5	1.826	37.857	12.8	45.0	12.8	13.614	273.717	6.396	8.037	100.979	374.696	124.899
23.0	22.00	L	22.0	22.0	22.0	1.826	38.770	12.3	44.0	12.3	13.752	276.503	6.174	7.758	108.737	385.240	128.413
23.5	21.50	L	21.5	21.5	21.5	1.826	39.683	11.9	43.0	11.9	13.905	279.567	5.957	7.486	116.223	395.790	131.930
24.0	21.00	L	21.0	21.0	21.0	1.826	40.596	11.5	42.0	11.5	14.035	282.185	5.746	7.221	123.443	405.628	135.209
24.5	22.75	L	22.8	22.8	22.8	1.826	41.509	12.3	45.5	12.3	14.143	284.370	6.148	7.726	131.169	415.539	138.513
25.0	24.50	L	24.5	24.5	24.5	1.826	42.422	13.1	49.0	13.1	14.187	285.253	6.540	8.219	139.388	424.640	141.547
25.5	26.25	L	26.3	26.3	26.3	1.826	43.335	13.8	52.5	13.8	14.168	284.867	6.923	8.700	148.087	432.954	144.318

26.0	28.00	L	28.0	28.0	28.0	1.826	44.248	14.6	56.0	14.6	14.053	282.562	7.297	9.169	157.256	439.818	146.606
26.5	28.50	L	28.5	28.5	28.5	1.826	45.161	14.7	57.0	14.7	13.846	278.387	7.340	9.223	166.480	444.867	148.289
27.0	29.00	L	29.0	29.0	29.0	1.826	46.074	14.8	58.0	14.8	13.672	274.899	7.382	9.276	175.756	450.655	150.218
27.5	29.50	L	29.5	29.5	29.5	1.826	46.987	14.8	59.0	14.8	13.532	272.077	7.423	9.328	185.083	457.161	152.387
28.0	30.00	L	30.0	30.0	30.0	1.826	47.900	14.9	60.0	14.9	13.463	270.697	7.463	9.378	194.461	465.158	155.053
28.5	29.25	L	29.3	29.3	29.3	1.826	48.813	14.4	58.5	14.4	13.465	270.727	7.194	9.041	203.502	474.229	158.076
29.0	28.50	L	28.5	28.5	28.5	1.826	49.725	13.9	57.0	13.9	13.503	271.496	6.932	8.711	212.213	483.709	161.236
29.5	27.75	L	27.8	27.8	27.8	1.826	50.638	13.4	55.5	13.4	13.577	272.987	6.676	8.389	220.602	493.589	164.530
30.0	27.00	L	27.0	27.0	27.0	1.826	51.551	12.8	54.0	12.8	13.705	275.561	6.425	8.073	228.676	504.237	168.079
30.5	27.75	L	27.8	27.8	27.8	1.826	52.464	13.1	55.5	13.1	13.886	279.193	6.532	8.209	236.884	516.078	172.026
31.0	28.50	L	28.5	28.5	28.5	1.826	53.377	13.3	57.0	13.3	14.051	282.503	6.637	8.341	245.225	527.727	175.909
31.5	29.25	L	29.3	29.3	29.3	1.826	54.290	13.5	58.5	13.5	14.200	285.499	6.740	8.470	253.695	539.194	179.731
32.0	30.00	L	30.0	30.0	30.0	1.826	55.203	13.7	60.0	13.7	14.249	286.497	6.841	8.597	262.292	548.789	182.930
32.5	31.50	L	31.5	31.5	31.5	1.826	56.116	14.2	63.0	14.2	14.202	285.540	7.109	8.934	271.226	556.766	185.589
33.0	33.00	L	33.0	33.0	33.0	1.826	57.029	14.7	66.0	14.7	14.095	283.388	7.372	9.264	280.490	563.878	187.959
33.5	34.50	L	34.5	34.5	34.5	1.826	57.942	15.3	69.0	15.3	13.929	280.066	7.629	9.587	290.077	570.142	190.047
34.0	36.00	L	36.0	36.0	36.0	1.826	58.855	15.8	72.0	15.8	13.753	276.526	7.881	9.904	299.981	576.506	192.169
34.5	34.00	L	34.0	34.0	34.0	1.826	59.768	14.7	68.0	14.7	13.567	272.774	7.370	9.261	309.242	582.015	194.005
35.0	32.00	L	32.0	32.0	32.0	1.826	60.681	13.7	64.0	13.7	13.404	269.500	6.868	8.631	317.873	587.373	195.791
35.5	30.00	L	30.0	30.0	30.0	1.826	61.594	12.8	60.0	12.8	13.264	266.694	6.377	8.013	325.886	592.580	197.527
36.0	28.00	L	28.0	28.0	28.0	1.826	62.507	11.8	56.0	11.8	13.170	264.793	5.894	7.407	333.293	598.086	199.362
36.5	28.00	L	28.0	28.0	28.0	1.826	63.420	11.7	56.0	11.7	13.119	263.780	5.838	7.336	340.629	604.409	201.470
37.0	28.00	L	28.0	28.0	28.0	1.826	64.333	11.6	56.0	11.6	13.073	262.847	5.783	7.267	347.896	610.743	203.581
37.5	28.00	L	28.0	28.0	28.0	1.826	65.246	11.5	56.0	11.5	13.030	261.994	5.729	7.199	355.096	617.090	205.697
38.0	28.00	L	28.0	28.0	28.0	1.826	66.159	11.4	56.0	11.4	12.938	260.137	5.676	7.133	362.229	622.366	207.455
38.5	29.00	L	29.0	29.0	29.0	1.826	67.072	11.6	58.0	11.6	12.797	257.296	5.825	7.320	369.548	626.845	208.948
39.0	30.00	L	30.0	30.0	30.0	1.826	67.985	11.9	60.0	11.9	12.589	253.111	5.971	7.503	377.052	630.162	210.054
39.5	31.00	L	31.0	31.0	31.0	1.826	68.898	12.2	62.0	12.2	12.315	247.605	6.114	7.684	384.736	632.340	210.780
40.0	32.00	L	32.0	32.0	32.0	1.826	69.811	12.5	64.0	12.5	12.044	242.162	6.255	7.861	392.596	634.758	211.586

40.5	30.50	L	30.5	30.5	30.5	1.826	70.724	11.8	61.0	11.8	11.777	236.783	5.909	7.426	400.022	636.806	212.269
41.0	29.00	L	29.0	29.0	29.0	1.826	71.637	11.1	58.0	11.1	11.597	233.164	5.570	6.999	407.021	640.185	213.395
41.5	27.50	L	27.5	27.5	27.5	1.826	72.550	10.5	55.0	10.5	11.502	231.271	5.236	6.579	413.600	644.871	214.957
42.0	26.00	L	26.0	26.0	26.0	1.826	73.463	9.8	52.0	9.8	11.483	230.871	4.907	6.167	419.767	650.638	216.879
42.5	27.75	L	27.8	27.8	27.8	1.826	74.376	10.4	55.5	10.4	11.536	231.936	5.193	6.526	426.293	658.229	219.410
43.0	29.50	L	29.5	29.5	29.5	1.826	75.289	10.9	59.0	10.9	11.614	233.508	5.474	6.878	433.171	666.679	222.226
43.5	31.25	L	31.3	31.3	31.3	1.826	76.202	11.5	62.5	11.5	11.717	235.578	5.750	7.225	440.396	675.975	225.325
44.0	33.00	L	33.0	33.0	33.0	1.826	77.115	12.0	66.0	12.0	11.761	236.475	6.021	7.566	447.963	684.438	228.146
44.5	34.25	L	34.3	34.3	34.3	1.826	78.028	12.4	68.5	12.4	11.748	236.217	6.197	7.788	455.751	691.968	230.656
45.0	35.50	L	35.5	35.5	35.5	1.826	78.941	12.7	71.0	12.7	11.657	234.374	6.371	8.006	463.757	698.131	232.710
45.5	36.75	L	36.8	36.8	36.8	1.826	79.854	13.1	73.5	13.1	11.488	230.970	6.542	8.221	471.977	702.948	234.316
46.0	38.00	L	38.0	38.0	38.0	1.826	80.767	13.4	76.0	13.4	11.331	227.833	6.710	8.432	480.409	708.242	236.081
46.5	35.00	L	35.0	35.0	35.0	1.826	81.680	12.3	70.0	12.3	11.189	224.958	6.131	7.704	488.113	713.071	237.690
47.0	32.00	L	32.0	32.0	32.0	1.826	82.593	11.1	64.0	11.1	11.112	223.425	5.561	6.988	495.101	718.526	239.509
47.5	29.00	L	29.0	29.0	29.0	1.826	83.506	10.0	58.0	10.0	11.102	223.211	5.000	6.283	501.384	724.595	241.532
48.0	26.00	L	26.0	26.0	26.0	1.826	84.419	8.9	52.0	8.9	11.156	224.296	4.448	5.589	506.973	731.268	243.756
48.5	27.75	L	27.8	27.8	27.8	1.826	85.332	9.4	55.5	9.4	11.273	226.657	4.710	5.919	512.892	739.548	246.516
49.0	29.50	L	29.5	29.5	29.5	1.826	86.245	9.9	59.0	9.9	11.385	228.915	4.969	6.244	519.135	748.050	249.350
49.5	31.25	L	31.3	31.3	31.3	1.826	87.158	10.4	62.5	10.4	11.493	231.074	5.223	6.564	525.699	756.773	252.258
50.0	33.00	L	33.0	33.0	33.0	1.826	88.071	10.9	66.0	10.9	11.591	233.047	5.474	6.879	532.578	765.625	255.208
50.5	34.75	L	34.8	34.8	34.8	1.826	88.984	11.4	69.5	11.4	11.680	234.838	5.721	7.189	539.767	774.605	258.202
51.0	36.50	L	36.5	36.5	36.5	1.826	89.897	11.9	73.0	11.9	11.770	236.653	5.964	7.495	547.262	783.914	261.305
51.5	38.25	L	38.3	38.3	38.3	1.826	90.810	12.4	76.5	12.4	11.862	238.492	6.204	7.796	555.058	793.550	264.517
52.0	40.00	L	40.0	40.0	40.0	1.826	91.723	12.9	80.0	12.9	11.907	239.403	6.440	8.093	563.150	802.553	267.518
52.5	41.50	L	41.5	41.5	41.5	1.826	92.636	13.3	83.0	13.3	11.907	239.398	6.633	8.335	571.485	810.884	270.295
53.0	43.00	L	43.0	43.0	43.0	1.826	93.549	13.6	86.0	13.6	11.944	240.155	6.823	8.574	580.059	820.214	273.405
53.5	44.50	L	44.5	44.5	44.5	1.826	94.462	14.0	89.0	14.0	12.019	241.660	7.010	8.809	588.868	830.528	276.843
54.0	46.00	L	46.0	46.0	46.0	1.826	95.375	14.4	92.0	14.4	12.168	244.660	7.194	9.041	597.909	842.569	280.856
54.5	44.75	L	44.8	44.8	44.8	1.826	96.288	13.9	89.5	13.9	12.391	249.132	6.949	8.733	606.642	855.773	285.258

55.0	43.50	L	43.5	43.5	43.5	1.826	97.201	13.4	87.0	13.4	12.596	253.251	6.708	8.429	615.071	868.322	289.441
55.5	42.25	L	42.3	42.3	42.3	1.826	98.114	12.9	84.5	12.9	12.783	257.025	6.469	8.130	623.201	880.225	293.408
56.0	41.00	L	41.0	41.0	41.0	1.826	99.027	12.5	82.0	12.5	12.930	259.966	6.234	7.834	631.035	891.001	297.000
56.5	42.00	L	42.0	42.0	42.0	1.826	99.940	12.7	84.0	12.7	13.035	262.086	6.342	7.970	639.005	901.092	300.364
57.0	43.00	L	43.0	43.0	43.0	1.826	100.854	12.9	86.0	12.9	13.100	263.398	6.449	8.104	647.109	910.507	303.502
57.5	44.00	L	44.0	44.0	44.0	1.826	101.767	13.1	88.0	13.1	13.126	263.913	6.554	8.236	655.345	919.258	306.419
58.0	45.00	L	45.0	45.0	45.0	1.826	102.680	13.3	90.0	13.3	13.168	264.762	6.658	8.366	663.712	928.474	309.491
58.5	44.50	L	44.5	44.5	44.5	1.826	103.593	13.1	89.0	13.1	13.186	265.125	6.540	8.218	671.930	937.054	312.351
59.0	44.00	L	44.0	44.0	44.0	1.826	104.506	12.8	88.0	12.8	13.181	265.018	6.423	8.072	680.001	945.020	315.007
59.5	43.50	L	43.5	43.5	43.5	1.826	105.419	12.6	87.0	12.6	13.148	264.351	6.308	7.927	687.928	952.279	317.426
60.0	43.00	L	43.0	43.0	43.0	1.826	106.332	12.4	86.0	12.4	13.081	263.002	6.195	7.784	695.713	958.715	319.572

## **LAMPIRAN 6**

```
0000000 00000 00000 00000 00000 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 0000000 00 00 00 00
0000000 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00000 00 00 00000 00000 00000 (TM)
```

```
=====
Computer program for the Strength Design of Reinforced Concrete Sections
=====
```

Licensee stated above acknowledges that Portland Cement Association (PCA) is not and cannot be responsible for either the accuracy or adequacy of the material supplied as input for processing by the pcaColumn(tm) computer program. Furthermore, PCA neither makes any warranty expressed nor implied with respect to the correctness of the output prepared by the pcaColumn(tm) program. Although PCA has endeavored to produce pcaColumn(tm) error free, the program is not and can't be certified infallible. The final and only responsibility for analysis, design and engineering documents is the licensees. Accordingly, PCA disclaims all responsibility in contract, negligence or other tort for any analysis, design or engineering documents prepared in connection with the use of the pcaColumn(tm) program.



General Information:

=====

File Name: D:\Kuliah\buat masa depan\LUNGIT\TA\Daya dukung aksial pondasi\bor pile.col

Project: bor pile

Column: 1

Engineer: esti

Code: ACI 318-02

Units: Metric

Run Option: Investigation

Slenderness: Not considered

Run Axis: X-axis

Column Type: Structural

Material Properties:

=====

f'c = 41.5 MPa

fy = 400 MPa

Ec = 30277.6 MPa

Es = 200000 MPa

Ultimate strain = 0.003 mm/mm

Betal = 0.749056

Section:

=====

Circular: Diameter = 800 mm

Gross section area, Ag = 502655 mm<sup>2</sup>

Ix = 2.01062e+010 mm<sup>4</sup>

Iy = 2.01062e+010 mm<sup>4</sup>

Xo = 0 mm

Yo = 0 mm

Reinforcement:

=====

Rebar Database: ASTM A615M

Size	Diam (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Size	Diam (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Size	Diam (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )
# 10	10	71	# 13	13	129	# 16	16	199
# 19	19	284	# 22	22	387	# 25	25	510
# 29	29	645	# 32	32	819	# 36	36	1006
# 43	43	1452	# 57	57	2581			

Confinement: Tied; #13 ties with #22 bars, #19 with larger bars.

phi(a) = 0.8, phi(b) = 0.9, phi(c) = 0.65

Layout: Circular

Pattern: All Sides Equal (Cover to longitudinal reinforcement)

Total steel area, As = 6120 mm<sup>2</sup> at 1.22%

12 #25 Cover = 50 mm

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)

=====

No.	Pu kN	Mux kN-m	fMnx kN-m	fMn/Mu
1	4071.1	623.9	1258.9	2.018

\*\*\* Program completed as requested! \*\*\*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dalam perencanaan Tugas Akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Metode penggalian yang tepat untuk gedung Spazio Tower adalah penggalian per-layer. Dimana penggalian per layer ini memakai metode konstruksi *Top-down*.
2. *Soldier pile* sebagai dinding penahan tanah gedung Spazio Tower didesain dengan menggunakan tiang pancang berdiameter 80 cm dan memiliki kedalaman 36 meter dari tanah eksisting.
3. Pondasi gedung Spazio Tower didesain dengan menggunakan tiang pancang berdiameter 80 cm dan memiliki kedalaman 40 meter dari tanah eksisting.
4. Keretakan bangunan sekitar disebabkan oleh desakan air di dalam tanah yang timbul saat tiang pancang dimasukkan. Solusi yang ditawarkan untuk masalah tersebut adalah dengan mengganti material *spun pile* menjadi *bor pile*. Tetapi jika tetap menggunakan *spun pile* maka langkah yang dapat dilakukan adalah dengan mengebor tanah terlebih dahulu sebelum proses pemancangan *spun pile* dilakukan. Diameter bor yang digunakan harus lebih kecil dari diameter *spun pile* yang dipakai. Selain melakukan pengeboran, hal yang harus dilakukan adalah pemotongan sepatu tiang agar air dalam tanah dapat masuk ke lubang tiang sehingga tidak menyebabkan desakan yang merusak bangunan sekitar proyek.
5. Biaya perencanaan dengan material *spun pile* adalah Rp. 21.290.640.000,00. Sedangkan biaya perencanaan dengan material *bor pile* adalah Rp. 22.623.823.461,00. Selisih

biaya antara perencanaan dengan material *spun pile* dan *bor pile* adalah Rp. 1.333.183.461,00. Maka perencanaan dengan *spun pile* lah yang lebih efisien.

## 5.2 Saran

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa, penulis memberikan saran bahwa upaya yang dapat dilakukan untuk menghindari keretakan bangunan sekitar proyek adalah sebagai berikut.

1. Sebelum pemasangan *spun pile*, dilakukan pengeboran tanah terlebih dahulu dengan diameter yang lebih kecil dari pada diameter *spun pile* yang dipakai.
2. Dilakukan pemotongan sepatu *spun pile*. *Spun pile* dibiarkan berlubang agar air dalam tanah bisa masuk saat pemancangan dilakukan. Tetapi kontrol tetap harus dilakukan sampai ke  $N_{SPT} \geq 10$  karena tanah yang lunak akan menyumbat lubang tempat air tersebut. Sehingga tanah yang menyumbat itu harus dikeluarkan dengan cara membersihkan lubang menggunakan mesin bor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adinegara, Ramadhani. 2007. **Perencanaan Ulang Basement Proyek Hi-Tech Centre Surabaya dengan Dinding Penahan Tanah Model Modified Diaphragm Wall dan Pondasi Utama Bell-Shaped Bored Pile**. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. **Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012)**. Bandung : BSN.
- Bowles, Joseph. E. 1988. **Analisis dan Desain Pondasi**. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Chang, Yu Ou. 2006. **Deep Excavation Theory and Practice**. Taipe : National Taiwan University of Science and Technology.
- Das, Braja M., Endah, Noor & Mochtar, Indrasurya B. 1993. **Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)**. Jakarta : Erlangga.
- Delft University of Technology & PLAXIS b.y. 2007. **Manual PLAXIS**. Delft : Technical University of Delft
- Fadhillah, Muhammad Hadi. 2014. **Alternatif Perencanaan Dinding Penahan Tanah Stasiun Bawah Tanah Dukuh Atas dengan Diaphragm Wall, Secant Pile, dan Soldier Pile di Proyek Pembangunan Mass Rapid Transit Jakarta**. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mochtar, Indrasurya B. **Modul Perencanaan Tiang Pancang**. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil FTSP – ITS.

- Wahyudi, Herman. 1999. **Daya Dukung Pondasi Dalam**. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil FTSP – ITS.
- Wara, Septiana Risna. 2015. **Perencanaan Pondasi Gedung Coral Triangle Initiative Manado dengan Menggunakan Pondasi Tiang Pancang Beton Precast, Tiang Pancang Baja dan Tiang Bor**. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

## BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Esti Lungit Widyarini. Lahir di Kota Surabaya, Jawa Timur, Indonesia pada tanggal 05 September 1993. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditempuh oleh penulis yaitu TK Kr. Petra 9 Surabaya, SD Kr. Petra 9 Surabaya, SMP Kr. Petra 5 Surabaya, dan SMAN 10 Surabaya. Setelah lulus dari SMAN 10 Surabaya, penulis mengikuti SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk

Perguruan Tinggi Negeri) jalur Tulis dan diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS Surabaya pada tahun 2012

Di Jurusan Teknik Sipil, penulis mengambil judul Tugas Akhir di bidang Geoteknik. Pada masa perkuliahan penulis aktif berorganisasi dengan bekal kepelatihan manajemen organisasi LKMM TD (Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa). Penulis menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Sipil sebagai staf Departemen Khusus (2013) dan staf Departemen Hubungan Luar (2014), kemudian di UKM Musik ITS sebagai staf Hubungan Masyarakat (2012) dan Ketua Departemen Eksternal (2013). Penulis juga berpartisipasi dalam kepanitian bertaraf nasional seperti Civil Expo 2014.